

# Giesserei Rundschau

FUNKTIONELLE  
**SPEISER-SYSTEME**  
 ZU IHREM VORTEIL

**DUPLO-Speiser DX**

- Beheizter Speiserhals
- Definiertes Speiservolumen
- Fluorgehalt < 0,3%
- Einfache Aufformtechnik



**GTP SCHÄFER**  
 GIESSTECHNISCHE PRODUKTE GMBH

Benzstraße 15  
 D - 41515 Grevenbroich  
 Telefon 0 21 81 / 23 39 40  
 Telefax 0 21 81 / 6 44 54  
 www.gtp-schaefer.de



**AAG**  
 AUSTRIA ALU-GUSS  
 Eine Unternehmen der Borbet-Gruppe

*Wir sind für die schönsten Dinge im Leben!*

**BORBET**  
 Borbet Group

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

Austria Alu-Guss-Gesellschaft m.b.H. • A-5282 Ranshofen  
 Telefon +43(0)7722 - 8 74 26 • E-mail aagbox@aluguss.com

**Redaktionsschluss für Ausgabe Nr. 7/8  
 der Gießerei Rundschau zum Thema  
 „Eisen- und Stahlguss“  
 ist der 10. August 2006!**



**GEORG FISCHER  
 AUTOMOTIVE**

MOBILITY – Wir machen  
 Ihre Fahrt angenehm und sicher

Georg Fischer GmbH & Co KG  
 8934 Altenmarkt / Österreich  
[www.automotive.georgfischer.com](http://www.automotive.georgfischer.com)



## Impressum

Medieninhaber und Verleger:  
VERLAG LORENZ

A-1010 Wien, Ebendorferstraße 10  
Telefon: +43 (0)1 405 66 95  
Fax: +43 (0)1 406 86 93  
ISDN: +43 (0)1 402 41 77  
e-mail: giesserei@verlag-lorenz.at  
Internet: www.verlag-lorenz.at

Herausgeber:

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

Chefredakteur:

Bergrat h.c. Dir.i.R.,  
Dipl.-Ing. Erich Nechtelberger  
Tel. u. Fax +43 (0)1 440 49 63  
e-mail: nechtelberger@voeg.at

Redaktionelle Mitarbeit und  
Anzeigenleitung:

Irene Esch +43 (0)1 405 66 95-13  
oder 0676 706 75 39  
e-mail: giesserei@verlag-lorenz.at

Redaktionsbeirat:

Dipl.-Ing. Werner Bauer  
Dipl.-Ing. Alfred Buberl  
Univ.-Professor  
Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek  
Dipl.-Ing. Dr. mont. Hansjörg Dichtl  
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Döpp  
Univ.-Professor Dipl.-Ing.  
Dr. techn. Wilfried Eichseder  
Dipl.-Ing. Dr. mont. Roland Hummer  
Dipl.-Ing. Dr. techn. Erhard Kaschnitz  
Dipl.-Ing. Adolf Kerbl  
Dipl.-Ing. Gerhard Schindelbacher  
Univ.-Professor  
Dr.-Ing. Peter Schumacher

Abonnementverwaltung:

Silvia Baar +43 (0)1 405 66 95-15

Jahresabonnement:

Inland: € 57,60 Ausland: € 71,50  
Das Abonnement ist jeweils einen  
Monat vor Jahresende kündbar,  
sonst gilt die Bestellung für das  
folgende Jahr weiter.

Bankverbindung:

Bank Austria BLZ 12000  
Konto-Nummer 601 504 400

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@robtschek.at

Nachdruck nur mit Genehmigung  
des Verlages gestattet. Unverlangt  
eingesandte Manuskripte und Bilder  
werden nicht zurückgeschickt.

Angaben und Mitteilungen, welche von  
Firmen stammen, unterliegen nicht der  
Verantwortlichkeit der Redaktion.

# Giesserei Rundschau

Organ des Vereines Österreichischer Gießereifachleute und des Fachverbandes der Gießereindustrie, Wien, sowie des Österreichischen Gießerei-Institutes und des Lehrstuhles für Gießereikunde an der Montanuniversität, beide Leoben.

## INHALT

Das Eisenwerk Sulzau-Werfen, R. & E. Weinberger AG, gehört zu den weltweit führenden Produzenten von Vorgerüst-, Grobblech- und Arbeitswalzen für die Stahlindustrie. Die Eigenschaften von Walzen für Warmbreitband werden nach der Metallurgie und dem Schleudergussprozess durch gezielte mehrstufige und auf den Verwendungszweck abgestimmte Wärmebehandlungsschritte eingestellt.

Für die Herstellung einer speziellen Sonderindefinite-Walze für Warmflach-Walzwerke wurde dem Unternehmen ein weltweites Patent erteilt.

### BEITRÄGE

**86**

- Industrielle Computertomographie zur 3D-Volumen-Erfassung und Defektanalyse**
- Einsatz der CT im Aluminium-Karosseriebau**
- Hochbeanspruchte Kfz-Motoren aus Aluminium – Gießtechnologie und Materialentwicklung**
- Intelligente Gussteile – Einsatz adaptiver Komponenten in Kombination mit Gussteilen**

### TAGUNGEN/ SEMINARE/MESSEN

**100**

Rückblick 50. Österreichische Gießerei-Tagung  
Deutscher Gießereitag Bremen 2006 – Rückschau  
Veranstaltungskalender

### AKTUELLES

**119**

Aus den Betrieben  
Firmennachrichten  
Interessante Neuigkeiten

### VÖG-VEREINS- NACHRICHTEN

**123**

Personalia  
VÖG-Jahreshauptversammlung, Leoben, 27. 4. 2006

### LITERATUR

**U3**

Bücher und Medien



# Industrielle Computertomographie zur 3D-Volumenerfassung und Defektanalyse\*)

*Industrial Computed Tomography as Tool for 3D-Volume Digitizing and Defect Analysis*



**Dipl.-Ing. FH Alexander Fleisch**, seit 1991 Prüflingenieur für zerstörungsfreie Materialprüfung u. Projektleiter für interne und internationale F&E Projekte an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA, Dübendorf/CH. Vorsitzender der Fachkommission Durchstrahlungsprüfung der Schweizerischen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung SGZP, seit 1997 Prüfungsexperte SGZP.

## 1. Einleitung

Die Computertomographie (CT) ist ein aus der medizinischen Diagnostik bekanntes Prüfverfahren. Es können damit Schnittbilder (Tomogramme) erzeugt werden, ohne das zu untersuchende Objekt zu zerstören. Im Vergleich zu medizinischen Geräten weist ein industrieller Computertomograph eine höhere Kontrast- und Ortsauflösung auf und verwendet im allgemeinen Röntgenstrahlen höherer Energie, sodass sich auch metallische Werkstoffe untersuchen lassen.

Die Nachfrage nach industrieller Computertomographie hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Früher kam die CT als ergänzendes Verfahren zur zerstörungsfreien Prüfung von Bauteilen nur selten zur Anwendung. Es handelte sich in der Regel um die Erfassung einzelner Schnittbilder zur genauen Lokalisierung von Materialfehlern. Mit den heute verfügbaren leistungsfähigen Rechnern und Möglichkeiten der 3D-Visualisierung von CT-Daten bieten sich nun viele interessante Anwendungen. Insbesondere für Gussprodukte, welche in der Regel komplexe Formen mit Hohlräumen aufweisen, ist die industrielle CT sowohl für Messaufgaben als auch für die Detektion von Fehlern hervorragend geeignet. Je nach Bauteilgröße und Anwendung kommen unterschiedliche Scanner zum Einsatz. Für die Erstmusterprüfung (Soll/Ist-Vergleich) von Bauteilen aus Aluminiumguss, insbesondere aus dem Fahrzeugmotorenbau, entwickelt sich die industrielle Computertomographie mehr und mehr zu einer Standardmethode für die Volumendigitalisierung. Mit den Volumendaten (Voxel-daten) lassen sich zudem automatisierte Defekt- und Wandstärkenanalysen durchführen.

Die EMPA betreibt heute vier für industrielle Anwendungen geeignete Computertomographen und bietet diese Technik seit 15 Jahren Dritten als Dienstleistung an.

## 2. Hardware

Für industrielle Anwendungen gibt es auf dem Markt heute eine grosse Bandbreite unterschiedlicher CT Systeme. Grosse Scanner sind in der Lage, tonnenschwere Objekte zu untersuchen. Sie sind in der Regel mit einem Linearbeschleuniger ausgerüstet, der es erlaubt, etwa 300 mm Stahl zu durchstrahlen. Auf der anderen Seite gibt es portable Systeme mit einer Auflösung bis zu 1 µm, mit denen Teile aus der Mikroelektronik zerstörungsfrei untersucht werden können. Mit Synchrotronstrahlung lässt sich für kleine Objekte sogar eine Auflösung kleiner als 1 µm erzielen. Als Faustregel kann generell für alle CT Systeme angenommen werden, dass etwa 1 Promille des Objektdurchmessers aufgelöst werden kann.

Für die Untersuchung von Gussteilen werden heute in der Regel CT Scanner mit Zeilendetektoren und 450 kV Röntgenröhren eingesetzt. Bei diesen sogenannten 2D-CT Systemen erfolgt der Messvorgang

schichtweise und ist daher langsam und teuer. Diese Geräte sind aber heute noch immer die erste Wahl, wenn es darum geht, z.B. einen Zylinderkopf eines PKW-Motors aus Aluminium zu untersuchen. Sie zeichnen sich durch gute Ortsauflösung und hohe Bildqualität aus. Um die beim Durchgang der Röntgenstrahlung durch die Materie entstehende, nicht bildzeichnende Streustrahlung möglichst auszublenzen, werden Detektorkollimatoren verwendet.

Für Röntgenstrahler bis etwa 250 kV stehen heute wesentlich schnellere Geräte mit Flächendetektorsystemen, sogenannte 3D-CT Scanner, zur Verfügung. Anstatt einer Zeile besteht der Detektor aus einer Szintillatorplatte. Wie ein Röntgenfilm bildet dieser Flächendetektor, innerhalb gewisser Grenzen, eine Projektion des ganzen durchstrahlten Objektes ab. Mit einer 360 Grad Umdrehung des zu untersuchenden Teils werden im Kegelstrahl der Röntgenröhre einige Hundert Projektionen aufgenommen und anschliessend zu einem dreidimensionalen Volumentomogramm rekonstruiert. Die Rekonstruktion der Röntgen-Projektionen wird in der Regel auf mehrere leistungsfähige Prozessoren verteilt. Da die Rekonstruktion parallel zur Datenerfassung erfolgt, liegt damit bereits kurz nach Abschluss der Messung das Resultat vor.

Die vollständige Volumenerfassung ist mit diesen 3D-CT Geräten wesentlich schneller als mit Zeilendetektor-Systemen. Allerdings haben die heute auf dem Markt verfügbaren 3D-CT Scanner den Nachteil, dass sie für höhere Röntgenenergien nicht geeignet sind. Sie sind damit für grössere Gussprodukte leider nicht verwendbar. **Tabelle 1** zeigt Vor- und Nachteile der beiden heute am häufigsten für industrielle Anwendungen eingesetzten Systemtypen:

Systemtyp	2D Tomographie	3D Tomographie
	 CITA Systems, 101B+	 Hans Wälischmiller GmbH, RayScan
Detektor	Zeilendetektor	Flächendetektor
Röntgenquelle	450 kV Röntgenröhre oder Linearbeschleuniger	üblicherweise 225 kV Mikrofokus-Röntgenröhre
Vorteile	hohe Durchstrahlungskapazität (250 mm Aluminium, 80 mm Stahl) hohe Bildqualität (Röhren- und Detektorkollimator)	schnell (direkter Volumenscan) echte Voxel
Nachteile	langsam (schichtweises Scannen) gestapelte Pixel (keine isotrope Raumauflösung)	niedrige Durchstrahlungskapazität
Anwendung	grosse Teile, bzw. Materialien mit starker Röntgenabsorption	kleine Teile, bzw. Materialien mit niedriger Röntgenabsorption

Tabelle 1: Vor- und Nachteile von 2D- und 3D-CT Systemen

Für die Prüfung von Gussprodukten kommt an der EMPA in der Regel die in **Tabelle 1** erwähnte CT Anlage mit Zeilendetektor des amerikanischen Herstellers CITA Systems zur Anwendung. Es können damit Objekte bis zu einem Durchmesser von 400 mm, einer Höhe von 600 mm und einem Gewicht von maximal 25 kg gescannt werden. Als Strahlenquelle dient eine 450 kV Röntgenröhre von Yxlon, womit sich Stahl bis zu 80 mm und Aluminium bis zu 250 mm Wandstärke durchstrahlen lässt. Die bestmögliche Ortsauflösung der Anlage beträgt etwa 50 µm. Der Zeilendetektor hat eine Breite von 250 mm und besteht aus 125 einzeln kollimierten CdWO<sub>4</sub> Szintillatoren.

Objekte mit einem Durchmesser von bis zu 250 mm lassen sich damit im Rotationsmodus tomographieren. Das Bauteil wird dabei mehrmals um 360° gedreht. Je höher die geforderte Ortsauflösung,

\*) Vorgetragen auf der 50. Österreichischen Gießerei-Tagung in Leoben am 28. 4. 2006.

desto mehr Umdrehungen sind nötig. Typische Scanzeiten in diesem Modus liegen zwischen 2 und 3 Minuten pro Schicht. Mit kompakten Zeilendetektoren, bei denen die Szintillatoren eng aneinander liegen, lässt sich der Scanvorgang um ca. Faktor 5 beschleunigen. Objekte, deren Durchmesser die Breite des Detektors übersteigen, müssen im Translationsmodus tomographiert werden, was üblicherweise etwa 3 mal längere Scanzeiten zur Folge hat. Der Scanvorgang erfolgt vollautomatisch und in der Regel während der Nacht. Das resultierende Volumentomogramm besteht aus einer Vielzahl zweidimensionaler, übereinander liegender Schnittbilder.

### 3. Anwendungen

Für die volumetrische Datenerfassung eines bestehenden Objektes gibt es verschiedene Methoden. Gegenüber Koordinatenmessmaschinen und optischen Messsystemen, bei denen die Oberflächen des Bauteils zugänglich bzw. sichtbar sein müssen, hat die Computertomographie (CT) den entscheidenden Vorteil, dass auch innere Strukturen zerstörungsfrei erfasst werden können. Aus diesem Grund ist die industrielle CT für Gussprodukte besonders interessant.

Im Rahmen eines Europäischen Forschungsprojektes, an dem die EMPA beteiligt war, wurde die Prozesskette der Erstmusterprüfung von der Datenerfassung bis zum Soll/Ist-Vergleich optimiert und das CT-Verfahren für diese Anwendung validiert. Im Vordergrund standen Anforderungen der Automobilindustrie, um gesicherte Aussagen zur Genauigkeit der CT-Datenerfassung zu gewinnen und damit das Verfahren einer breiten Anwendung für die Erstmusterprüfung zuzuführen. Heute geht die Entwicklung bereits dahin, die CT als integrales Werkzeug in der rechnergestützten Produktentwicklungskette einzusetzen. Um konkurrenzfähig zu bleiben, stehen Industrieunternehmen unter dem Druck, ihre Produktentwicklungszeiten ständig zu verkürzen. Die heute in der Produktentwicklung bereits breit angewandten Verfahren wie Rapid Prototyping und Simulationen benötigen ein virtuelles Datenmodell. Während früher diese Datenbasis in der Regel ein CAD Modell war, gewinnt die 3D-Datenerfassung bereits bestehender Produkte mehr und mehr an Bedeutung. Kleine Designanpassungen können direkt auf dem gescannten Datenmodell vorgenommen werden (vgl. **Bild 1**).

In den letzten Jahren sind für die Datenerfassung neue, v.a. optische Messverfahren und Geräte entwickelt worden. Für Teile mit komplexer Geometrie, insbesondere Objekte mit Hohlräumen, bietet sich die CT wiederum als optimales Verfahren an. Voraussetzung ist aber eine schnelle und kostengünstige Technik der 3D-CT-Datenerfassung. 3D-CT Daten haben im Vergleich zu Oberflächenmodellen außerdem den Vorteil, dass sie in einem späteren Stadium der Produktentwicklung auch zur Fehlerdetektion herangezogen werden können. Im Rahmen eines Europäischen Forschungsprojektes entwickeln die EMPA und neun weitere Partner neue Soft- und Hardware zur schnellen 3D-CT Datenerfassung auch größerer Objekte, Software zur schnellen Flächenrückführung von CT-Daten ins CAD und zur

schnellen Designanpassung direkt auf dem virtuellen Datenmodell sowie die Integration der neuen Werkzeuge in die RPD-Prozesskette.

### 3.1 Erstmusterprüfung

Die Erstmusterprüfung ist Teil des Produktentwicklungsprozesses. Bevor die Freigabe für die Serienfertigung eines neuen Industrieprodukts erfolgen kann, wird eine Masshaltigkeitsprüfung anhand eines sogenannten Erstmusters vorgenommen. Das Erstmuster ist das erste, unter denselben Bedingungen wie die Serienfertigung hergestellte Teil. Das Objekt wird dazu ausgemessen und anschließend mit den Sollwerten verglichen. Für komplexe Gussteile, wie sie im Motorenbau typischerweise vorkommen, wird mit der konventionellen Methode das Erstmuster an mehreren Stellen aufgeschnitten und die kritischen Wandstärken und Dimensionen herausgemessen. Dieses Vorgehen ist sehr zeitintensiv und muss unter Umständen einige Male wiederholt werden, da für innen liegende Strukturen keine dreidimensionale Messdatenerfassung vorgenommen werden kann und daher eine sichere Beurteilung schwierig ist.

Die Datenerfassung auf der Basis industrieller Röntgen-Computertomographie ist demgegenüber zerstörungsfrei, schneller und daher meist kostengünstiger. Dazu wird das Erstmuster in der Regel schichtweise gescannt. Aus den zu einem Volumen übereinandergestapelten Einzeltomogrammen lassen sich innen und aussen liegende Oberflächen zu einer sogenannten Punktwolke transformieren. Diese Punktwolke wird anschließend mit den CAD-Solldaten verglichen. Abweichungen werden farbcodiert in isometrischen Ansichten oder Schnittbildern dargestellt.



Bild 2: Prozesskette Erstmusterprüfung

Anstatt wie beim Soll/Ist-Vergleich in der Erstmusterprüfung CT mit CAD-Daten zu vergleichen, ist es natürlich auch möglich, CT-Daten zweier theoretisch identischer Produkte zu vergleichen und damit Massabweichungen festzustellen. Hat beispielsweise eine Giesserei neue Werkzeuge für die Gussformfertigung eines Motorrad-Zylinders hergestellt und der neue Motor zeigt auf dem Prüfstand eine geringere Leistung als sein Vorgänger, kann mit dem Vergleich der CT-Daten des neuen Teils mit denjenigen des alten der Ursache dieser Leistungseinbuße nachgegangen werden.

### 3.2 Reverse Engineering

Der Begriff Reverse Engineering bezeichnet den Schritt vom virtuellen Messdatenmodell zum CAD. Diese Rückführung der Oberflächendaten ins CAD ist auch heute noch mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Doch bietet sie dort eine Alternative, wo für ein bereits bestehendes Produkt keine Datenbasis vorhanden ist. Sind beispielsweise für einen PKW-Zylinderkopf neue Werkzeuge für die Kernfertigung des Wassermantels zu erstellen, existieren aber keine nachgeführten Zeichnungen oder 3D-CAD Daten, so ist die

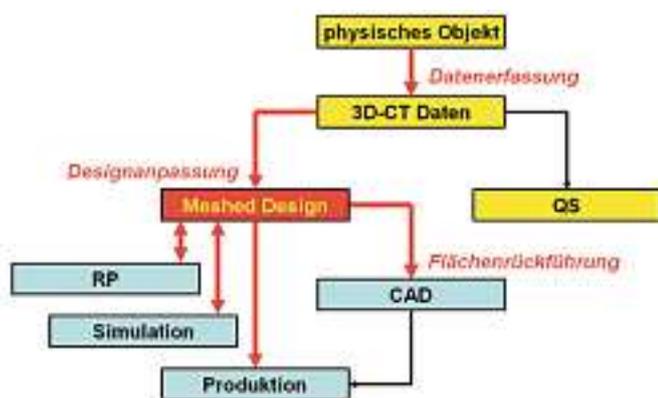


Bild 1: Prozesskette Rapid Product Development (RPD) mit 3D-CT Daten als Basis

CT-Datenerfassung und anschliessende Rückführung der Oberflächen ins CAD ein Ausweg aus dem Dilemma.



Bild 3: Aus 3D-CT Daten erstelltes Oberflächenmodell des Wassermantels eines PKW-Zylinderkopfs

Es kommt auch öfters mal vor, dass für ein komplexes Gerät eine defekte Komponente ersetzt werden muss, welche nicht mehr oder nur mit grossem Aufwand beschafft werden kann (z.B. einzelne Turbinenschaufel eines Triebwerks). In diesem Fall bietet das Reverse Engineering auf der Basis von CT-Daten interessante Möglichkeiten, schnell zu einem Ersatzteil zu gelangen.

### 3.3 Wandstärkenanalyse

Mit CT-Volumendaten lassen sich mit nur geringem Aufwand 3D-Wandstärkenanalysen durchführen. Dies ist dann interessant, wenn in einer auf Gewicht optimierten Konstruktion minimale Restwandstärken nicht unterschritten werden dürfen. Mit dem kommerziell verfügbaren Softwarewerkzeug VGStudioMax von Volume Graphics ([www.volumegraphics.com](http://www.volumegraphics.com)) kann der Anwender mit wenigen Einstellungen aus CT-Daten eine farbcodierte Darstellung eines definierten Wandstärkenintervalls berechnen. Die 3D-Darstellung zusammen mit den orthogonalen Schnittbildern lässt sehr schnell einen Überblick gewinnen, wo kritische Wandstärkenbereiche liegen. Die 3D-Darstellung lässt sich auch beliebig aufschneiden.

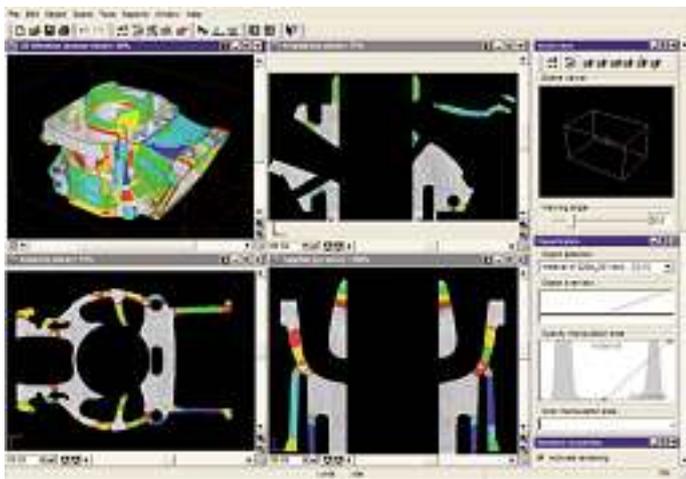


Bild 4: 3D-Wandstärkenanalyse mit VGStudioMax an einem Zylinder aus Aluminiumguss

### 3.4 Defektanalyse

Mit derselben Software lassen sich auch 3D-Defektanalysen durchführen. Dies ist wiederum für Gussprodukte eine interessante und effiziente Möglichkeit, Poren und Lunker in einem Bauteil zu lokalisieren und statistisch auszuwerten. Defekte werden entsprechend ihrer Grösse farbcodiert dargestellt und die genaue Position und Grösse in einer Liste ausgegeben (vgl. **Bild 5**). Die Empfindlichkeit der Defektanalyse, bzw. das Volumen der kleinsten aufzufindenden Pore kann definiert werden.

## 4. Zusammenfassung

Die industrielle Computertomographie ist ein Verfahren, das sich für Messaufgaben und Fehlererkennung an Gussbauteilen hervorragend einsetzen lässt. Die Nachfrage von CT-Dienstleistungen für Anwendungen im Leichtmetallguss hat denn auch in den letzten Jahren stark zugenommen. Automobilfirmen und einzelne grosse Giessereien haben sich eigene Geräte angeschafft oder werden es noch tun. KMUs sind auf Dienstleister angewiesen, da Investitions- und Unterhaltskosten von CT Scannern recht hoch sind. Eine neue Generation CT Systeme wird es in hoffentlich naher Zukunft erlauben, den Messvorgang bei vergleichbarer Genauigkeit auch für grössere Bauteile zu beschleunigen und damit die Kosten für die Datenerfassung zu senken. Dies wird voraussichtlich eine breitere Anwendung dieser Technik zur Folge haben.

## 5. Dank

Der BRP-Rotax GmbH & Co. KG, A-4623 Gunskirchen, sei für das zur Verfügungstellen von Testobjekten gedankt.

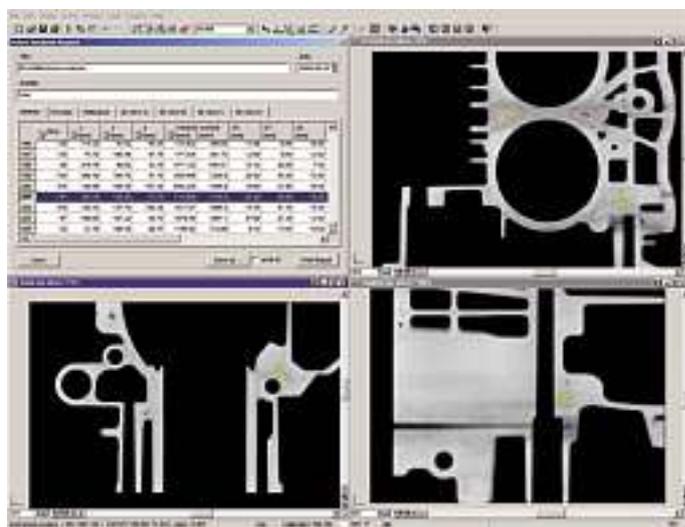


Bild 5: 3D-Defektanalyse mit VGStudioMax an einem Zylinderkopf aus Aluminiumguss

## 6. Literatur

- Flich, A.; Wirth, J.; Breitenstein, M.; et al: Industrial Computed Tomography in Reverse Engineering Applications. DGZfP-Proceedings BB 67-CD, Paper 8, 1999
- Obrist, A.; Flich, A.; Hofmann, J.; Wirth, J.: First Article Inspection Based on Industrial X-ray Computed Tomography. Proceedings of International Conference on Material Testing and Research, 2001, Nuremberg (D)
- Sauerwein, C.; Simon, M.: 25 Years of industrial CT in Europe. DGZfP-Proceedings BB 84-CD, Paper 10, 2003 (ISBN 3-931381-48-X)
- Fiedler, D.; Saewert, H.C.: Obtaining dimensional information by industrial CT scanning – present and prospective process chain. DGZfP-Proceedings BB 84-CD, Paper 20, 2003 (ISBN 3-931381-48-X)
- Flich, A.; Hofmann, J.; Obrist, A.: Efficient Volume Digitizing with Adaptive Computed Tomography. DGZfP-Proceedings BB 84-CD, Paper 17, 2003 (ISBN 3-931381-48-X)
- Obrist, A.; Flich, A.; Hofmann, J.: Pointcloud reconstruction with sub-pixel accuracy by slice-adaptive thresholding of X-ray computed tomography images. NDT&E International, 37/5 (2004) 373-380
- Hofmann, J.; Flich, A.; Obrist, A.: Adaptive CT scanning – Mesh based optimisation methods for industrial X-ray computed tomography applications. NDT&E International, 37 (2004) 271-278

### Kontaktadresse:

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)  
 Abteilung I 73 (Elektronik/Messtechnik)  
 CH-8600 Dübendorf, Überlandstrasse 129  
 Tel: +41-1-823 45 67, Fax: +41-1-823 45 79  
 E-Mail: alexander.flich@empa.ch, www.empa.ch/abt173

# Anwendung der Computertomographie (CT) im Aluminiumkarosseriebau bei der Audi AG\*)

*Application of Computer Tomography (CT) on Aluminium Body Manufacturing at Audi AG*



**Dr. Manfred Sindel**  
AUDI AG Qualitätssicherung Werkstofftechnik, Leitung Aluminiumtechnologie

**Dr. Michael Brodmann**

AUDI AG Qualitätssicherung Werkstofftechnik, Projektleiter Computertomographie



**Dipl.- Ing. Marion Schmücker**  
AUDI AG Qualitätssicherung Werkstofftechnik, zuständig für Verbindungstechnik, insbesondere Klebverbindungen

**Dr. Martin Simon**

Entwicklungsleiter Röntgenprüftechnik der Hans Wälischmiller GmbH



**Dr. Christoph Sauerwein,**  
Geschäftsführer der Hans Wälischmiller GmbH

spezifische 3D CT-Anlage der Fa. Wälischmiller HWM des Typs Ray-Scan 200XE investiert. Weltweit einzigartig sind die Anlagengröße (4,6 m x 1,5m x 4 m) und die eingesetzten Messmethoden, so dass eine Analyse sogar an einer kompletten Karosserie vorgenommen werden kann (**Abb. 1**).

Mit dieser maßgeschneiderten Anlage können komplette Schweißgruppen und Zusammenbauten zerstörungsfrei untersucht werden. Es handelt sich um eine individualisierte CT-Anlage, konzeptioniert und ausgeführt durch die Fa. Hans Wälischmiller (HWM), ausgestattet mit einer Mikrofokusröhre (225kV), deren Auflösung besser als 10µm ist. In Verbindung mit dem Roboter- Handlingsystem können Bauteilgrößen bis zu einer ganzen Karosserie an definierten Positionen zerstörungsfrei geprüft werden. Die Bauteile werden nach der Prüfung in die Produktion zurückgeführt. Mit dieser Methode werden Stanznietumfänge, Klebeverbindungen und MIG-Schweißverbindungen untersucht.

Mit dieser, in dieser Größe weltweit einmaligen Anlage, die sich räumlich in der Nähe der Produktion befindet, ist bzgl. der Verbindungstechnik im Aluminiumkarosseriebau ein größerer Prüfumfang möglich, und es können kürzere Regelkreisläufe realisiert werden. Die Anlage wird auch für Zukunftsprojekte zur Definition der Qualitätsstandards für das Aluminium- und Leichtbauzentrum und zur Bemusterung von Neuteilen genutzt. Darüber hinaus bietet AUDI CT-Untersuchungen in definiertem Umfang für externe Prüfumfänge, z.B. als Dienstleistung, an.

## Anwendungen der Computertomographie in der Verbindungstechnik

In Grundlagenuntersuchungen wurde die Machbarkeit der CT-Untersuchung bzgl. der Verbindungstechnik Karosseriebau nachgewiesen. Hierzu wurden die thermischen und die mechanischen Verbindungstypen aus dem Aluminiumkarosseriebau ausgewertet. Die Ergebnisse werden in **Abb. 2** veranschaulicht. Sehr gut lassen sich die Porosität in Schweißverbindungen, die Klebstoffanteile in Karosserieverklebungen und die Geometrie der Stanznietverbindungen vermessen.



Abb. 1: CT-Anlage der AUDI AG in Neckarsulm mit Handlingeinrichtung und Karosseriestruktur des Audi A8

Um die Anwendbarkeit über das Format von Kleinproben hinaus zu ermöglichen, wurden in die CT-Applikation weitere Untersuchungsmethoden integriert. Es handelt sich um die Ausschnitt-CT und die Transversal-CT. Konventionelle 3D Computertomographie-Verfahren erfordern, dass das Bauteil in einer Ebene senkrecht zur Drehachse vollständig im Röntgenkonus eingeschlossen ist. Weiterhin er-

## Einleitung

Zerstörungsfreie Prüfung der Verbindungstechnik im Aluminium- und Leichtbau ist ein interessantes Anwendungsfeld für die Computertomographie. Um das Potential der Technik anzuwenden, hat die AUDI AG, Qualitätssicherung, am Standort Neckarsulm (NSU) eine

\*) Kurzfassung des von W. Sindel auf der 50. Österreichischen Gießerei-Tagung in Leoben am 27. 4. 2006 gehaltenen Vortrages.

fordern konventionelle Rekonstruktionsverfahren eine 360° Rotation. Diese Randbedingungen haben Einschränkungen der scannbaren Bauteile zur Folge. Von HWM wurde ein erweitertes Scan- und Rekonstruktionsverfahren entwickelt, das besonders für große flache Bauteile geeignet ist. Hierdurch können Teilbereiche von großen Bauteilen durchstrahlt und somit Bauteile untersucht werden, die mit konventionellen CT-Anlagen nicht scannbar waren. Einen Überblick über die gewählten Messmethoden und die Anwendungen in der CT-Anlage gibt die **Tabelle I**.

**Weitere Anwendungen**

Nach einer Qualifizierungsphase wird die Untersuchungsmethode mittlerweile für die Serienüberprüfung von Schweißgruppen angewendet. Der Anlagenbetrieb erfolgt zur Abdeckung der benötigten Kapazitäten im Zweischichtbetrieb. Zusätzlich werden zahlreiche Untersuchungen zur Schadensanalyse von Bauteilen durchgeführt. Besonders für elektromechanische Bauelemente eignet sich die CT-Untersuchung. Die Nutzung der Anlage für interne und auch externe Dienstleistungen gewährleistet einen zusätzlichen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit des Anlagenbetriebs. Zukünftige Anwendungsfelder liegen sowohl im Bereich des Stahl-Karosseriebaues, dessen Potentiale erst noch ermittelt werden müssen, als auch im Abgleich mit anderen Untersuchungsmethoden, wie z.B. der Thermografie.

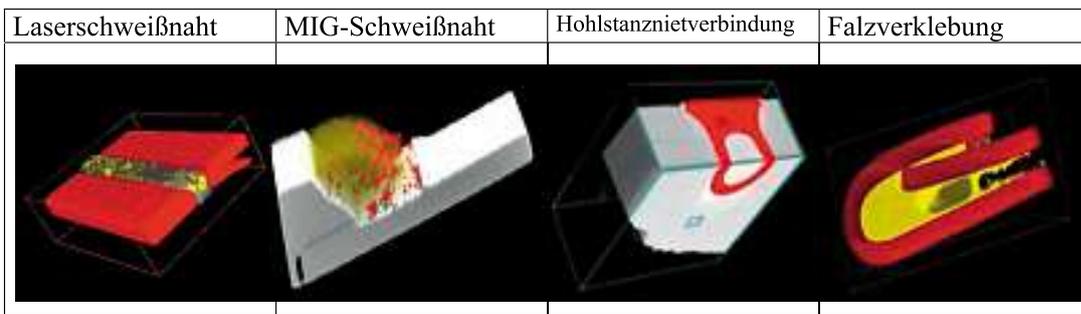


Abb. 2: Übersicht der untersuchten Verbindungstypen im Aluminiumkarosseriebau

Messmodus	Handling		Scan-Winkel	Bauteilgröße	
	Objekt-Tisch	Roboter			
Radioskopie	●	●		keine Größenbeschränkung (Gewicht ≤ 330 kg)	Standard-CT
3D-CT	●		360°	Objekt muss in Horizontalen immer im Röntgenkegel liegen *	
Ausschnitt-CT	●		≤ 360°	keine Größenbeschränkung Gewicht ≤ 80 kg,	erweiterte Modi Audi
Transversal-CT		●	≤ 90°	keine Größenbeschränkung Gewicht ≤ 330 kg	

Tabelle I: Übersicht über den Anwendungsbereich der verschiedenen CT- Messmethoden

**Kontaktadresse:**  
 AUDI AG, Qualitätssicherung Werkstofftechnik,  
 Aluminiumtechnologie, N/GQ-554  
 D-74148 Neckarsulm, Tel.: +49 (0)713 231 2570  
 Fax: +49 (0)731 231 2852  
 E-Mail: manfred.sindel@audi.de, www.audi.com

**voestalpine**  
 GIESSEREI TRAISEN GMBH

# Hoch beanspruchte Kraftfahrzeugmotoren aus Aluminium – Herausforderungen für Gießtechnologie und Materialentwicklung\*)

*Highly stressed Aluminium Vehicle Engines – a Challenge for Casting Technology and Material Development*



**Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Schneider,** nach Studium der Gießereikunde mit Promotion an der TU Berlin Eintritt 1980 in die F & E Abteilung der VAW Aluminium AG (heute Hydro Aluminium) in Bonn. 1985 bis 2002 Leiter des Entwicklungszentrums Gießtechnologie und Recycling. Seit 2002 Leiter der F & E der Hydro Aluminium Deutschland GmbH in Bonn.

Bei der Entwicklung neuer Kraftfahrzeugmotoren aus Aluminiumlegierungen liegen die Schwerpunkte vor allem in einer gesteigerten Verschleißfestigkeit der Zylinderbohrungen, hoher Zug- und Ermüdungsfestigkeit bei erhöhten Temperaturen von bis zu 250° C und weiter optimierten Gießverfahren, mit denen ein besseres Gefüge im Gusszustand erreicht werden kann.

## Stand der Technik und Anforderungen an die Entwicklung

In der gegenwärtigen Fahrzeugproduktion bestehen nahezu 100 % der Zylinderköpfe und mehr als 50 % der Motorenblöcke aus Aluminium-Gusslegierungen. Aktuelle und zukünftige Motorenentwicklungen erfordern besondere Anforderungen an die mechanische Stabilität sowie eine weitere Verringerung der Emissionen. Durch eine Gewichtsreduzierung lässt sich ein Beitrag zur Emissionsverminderung leisten; gleichzeitig erwarten die Fahrzeugnutzer von den Motoren eine höhere Leistung und ein größeres Drehmoment. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sind neue Konzepte für Motoren erforderlich. Die Schlüsselworte für die zukünftige Motorenentwicklung lauten: Kompakte Leichtbau-Konstruktion und höhere spezifische Motorleistung.

Zur Leichtbau-Konstruktion von Motorblöcken sind optimale Lösungen hinsichtlich des Tribosystems für Kolben, Kolbenring und Zylinderoberfläche erforderlich. Gegenwärtig besteht die etablierte Lösung in der Großserienfertigung von Aluminium-Motoren im Einsatz von Laufbuchsen aus Gusseisen mit Lamellengraphit (GJL). Bei einer weiteren Verwendung dieser Laufbuchsen wird sich jedoch das Potential für Gewichtsreduzierungen, das durch den möglichen Einsatz von gänzlich aus Aluminiumlegierungen hergestellten Motoren vorhanden wäre, nicht ausschöpfen lassen. Darüber hinaus wird eine konsequente Leichtbau-Konstruktion bereits deshalb keine Laufbuchsen-Lösung mehr zulassen, weil die Wanddicke zwischen den Zylinderbohrungen auf weniger als 6 mm verringert werden muss. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die dünneren Wände zwischen den Bohrungen höhere Belastungen aufnehmen müssen, da die spezifische Leistung der neu entwickelten Motoren weiter ansteigen wird.

Stand der Technik ist die Anwendung der übereutektischen Aluminium-Silicium-Legierung Al Si17Cu4 für „Vollaluminium“-Motorblöcke von einigen Motoren der Oberklasse. Der Vorteil dieser Legierung besteht darin, dass an der Zylinderoberfläche keine Beschichtungen bzw. kein Gusseisen (GJL) eingesetzt werden müssen, um die benötigten tribologischen Eigenschaften zu erzielen. Nachteile sind die hohen Kosten der Legierung und das Produktionsverfahren für

diese Blöcke. Diese Gussteile werden nur im Niederdruck-Kokillengießverfahren hergestellt, das beim Motorenguss nicht mit anderen, alternativen Gießprozessen konkurrieren kann. Weitere Nachteile sind die hohen Kosten für die mechanische Bearbeitung und die geringere Dauerfestigkeit der aus dieser Legierung bestehenden Gussteile im Vergleich zu denen aus anderen Legierungen (z. B. Al Si9Cu3 (A380)).

Für vorzugsweise aus Aluminium herzustellende Leichtbau-Motorblöcke sind folgende Anforderungen zu erfüllen [1]:

- hohe Verschleißfestigkeit der Zylinderlauffläche für Motoren mit höchsten Spitzen-Zünddruckwerten,
- geringe Reibung der mit Kolben und Kolbenring in Kontakt gelangenden Zylinderoberfläche,
- keine Verwendung von Werkstoffkombinationen mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten wie z. B. Aluminium und Laufbuchsen aus GJL,
- Reparaturfähigkeit der Zylinderoberfläche,
- hohe Wärmeleitfähigkeit der beteiligten Werkstoffe,
- hohe Zug- und Ermüdungsfestigkeit von Zylinderkopf und Block bei erhöhter Temperatur (150 °C bis 250 °C),
- Korrosionsbeständigkeit besonders gegenüber dem Kühlmittel.

Im Folgenden werden die Ergebnisse eines langfristigen Forschungs- und Entwicklungsprogramms vorgestellt, das sich auf das Gießverfahren, die Legierungsentwicklung und die Optimierung von Zylinderoberflächen konzentrierte, um die genannten Anforderungen an hoch beanspruchte Aluminium-Motoren zukünftig erfüllen zu können.

## Entwicklung von neuen Aluminium-Gusslegierungen

Zur Entwicklung einer neuen bzw. optimierten Gusslegierung mit verbesserten Festigkeits- und Kriechigenschaften unter Aufrechterhaltung der hohen Wärmeleitfähigkeit von Aluminium-Gusslegierungen müssen hinsichtlich der Auswahl und Gehalte der Legierungselemente Kompromisse gefunden werden. Werden den Aluminium-Silicium-Legierungen beliebige Legierungselemente hinzugefügt, um die Festigkeit zu erhöhen, wird dabei die Wärmeleitfähigkeit herabgesetzt. Zu den Elementen mit dieser Wirkung gehören z. B. Cu und Mg. Das Element Ni wirkt sich positiv auf die Kriechfestigkeit aus, beeinflusst die Ermüdungseigenschaften jedoch negativ. Ein hoher Si-Gehalt ist für die Gießbarkeit günstig. Bei hohen Fe-Grenzwerten ist der Preis der Gusslegierung niedriger, was ebenfalls zu berücksichtigen ist. Um hinsichtlich der genannten Elemente eine optimale Zusammensetzung der Legierung zu bestimmen, mit der die Anforderungen an Festigkeit bei akzeptabler Wärmeleitfähigkeit und Gießbarkeit erfüllt werden, erwies sich eine statistische Versuchsplanung (Design of Experiment, DoE) als hilfreich. Unter Anwendung der DoE konnte eine optimierte Legierung gefunden werden, die auf der bereits zuvor entwickelten und erprobten Legierung Al Si7MgCu0,5 beruht [2] (Tabelle 1 siehe S.92). Zur Bestimmung der statisch-mechanischen Eigenschaften dieser Legierung wurden Proben mit Hilfe einer Schwerkraftgießform hergestellt. Die dynamischen Eigenschaften wurden an Proben, die aus Motorblock-Gussteilen entnommen worden waren, bestimmt.

Die Ergebnisse von Zugfestigkeitsprüfungen, die bei erhöhten Temperaturen an der neu entwickelten Gusslegierung Al Si7MgCuNiFe

\*) Mit Zustimmung des Autors und der Redaktion genehmigter Nachdruck aus GIESSEREI 92(2005), Heft 11, S.36/43.

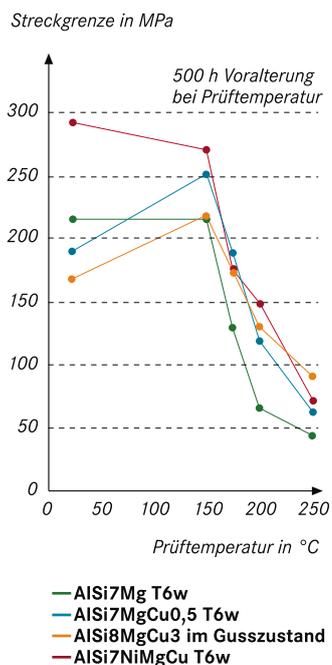


Bild 1: Warmstreckgrenze von Al-Legierungen

Kühlungsbedingungen während der Erstarrung des Motorblocks erforderlich (z. B. durch Einsatz von Schreckplatten). Die Kriecheigenschaften der neuen Legierung Al Si7CuNiMgFe verbessern sich auch im Vergleich zu anderen Cu-haltigen Al-Si-Legierungen wesentlich, ein Beispiel ist in Bild 4 enthalten.

Plastische Kriechdehnung in %

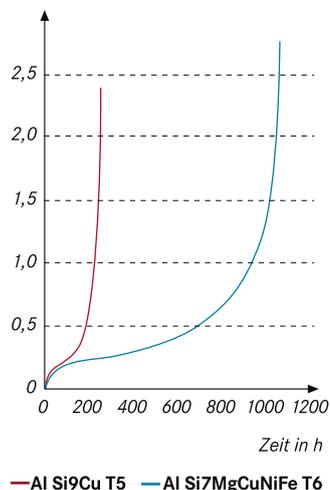


Bild 4: Kriechverhalten von AlSi9Cu3 und AlSi7MgCuNiFe (Prüf­temperatur 200 °C, aufgebrauchte Spannung 120 MPa)

vorgenommen wurden, sind in Bild 1 im Vergleich zu anderen Gusslegierungen dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass die neue Legierung im untersuchten Temperaturbereich die höchsten mechanischen Werte aufweist. Das gleiche Verhältnis lässt sich auch nach einer besonderen Wärmebehandlung in Form einer Voralterung (bei 200 °C, Dauer 500 h) feststellen (Bild 2). Die Duktilität bleibt auf einem akzeptablen Niveau. Die Ergebnisse von Ermüdungsmessungen bestätigen den positiven Einfluss der optimierten Zusammensetzung der Legierung Al Si7MgCuNiFe. Die in Bild 3 dargestellten Messungen zeigen die verbesserten Ermüdungseigenschaften dieser Legierung gegenüber anderen Legierungen. Zum Erreichen dieser hohen Werte sind optimierte

### Entwicklung des Gießverfahrens

Neben der Wahl der Gusslegierung werden die mechanischen Eigenschaften von Gussteilen durch den Gießprozess und die entsprechenden Kühlungs- und Erstarrungsbedingungen stark beeinflusst. Die Qualität von Gussteilen einschließlich der Fehlerquote, wie Porosität und nichtmetallische Einschlüsse, bestimmt in wesentlichem Maße die Ermüdungsfestigkeit.

Zum Gießen von Motorblöcken und Zylinderköpfen werden verschiedene Gießverfahren eingesetzt. Um das volle Potential der neu entwickelten Gusslegierung aus­schöpfen zu können, bietet

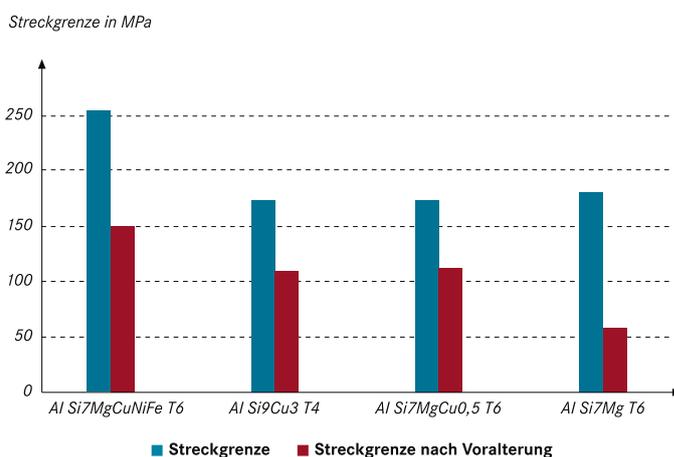


Bild 2: Streckgrenze von Legierungen bei 200° C und nach Voralterung

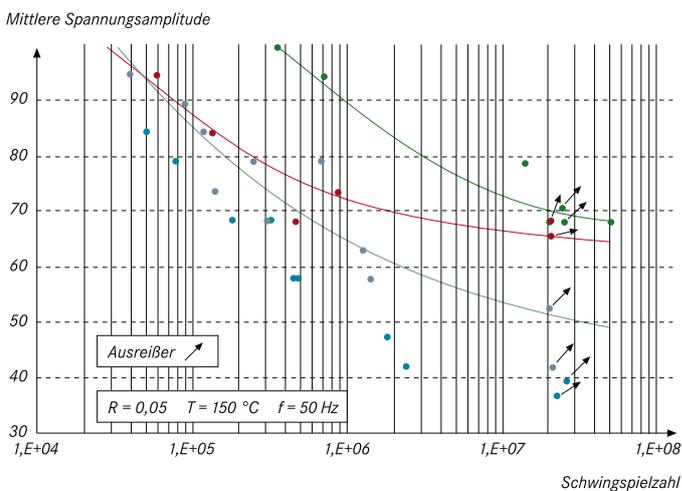


Bild 3: Ermüdungseigenschaften von Al-Legierungen

das Sandgießverfahren nach dem so genannten Kernpaketsystem (CPS, Core Package System) für Motorblöcke umfangreiche Möglichkeiten [3]. Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein Schwerkraft-Gießverfahren mit Füllen der Form von unten nach oben durch Kontaktgießen über die Speiser. Beim Füllen des Formhohlraums befinden sich die Speiser unterhalb des Gussteils (Bild 5). Nachdem die Form vollständig gefüllt ist, wird die CPS-Form gedreht, damit die Speiser, die oben am Gussteil liegen, zur Speisung dienen können. Die Gestaltung des CPS-Verfahrens ermöglicht eine Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften durch die gewählte Orientierung des Formhohlraums und den Einsatz wirkungsvoller Schreckplatten im Sandpaket. Je nach dem, welches Teil des Motorblocks verbesserte mechanische Eigenschaften aufweisen soll, ist das Formfüllen und das Kühlen zu gestalten. Der Formhohlraum kann über die Kurbelwellenlagerstellen und die Partien des Kurbelgehäuses gefüllt und gespeist sowie an der Formteilmfläche abgekühlt werden. Eine andere

Zusammensetzung (Massenanteile in %)										
Legierung	Si	Cu	Mg	Fe	Mn	Ni	Zn	Ti	B	Sr
Al Si9Cu3	9,02	2,03	0,48	0,59	0,50	0,006	0,75	0,134	0,0005	0,006
Al Si7MgCuNiFe	7,21	0,37	0,41	0,43	0,29	0,51	0,139	0,136	0,0002	0,018

Tabelle 1: Legierungszusammensetzung

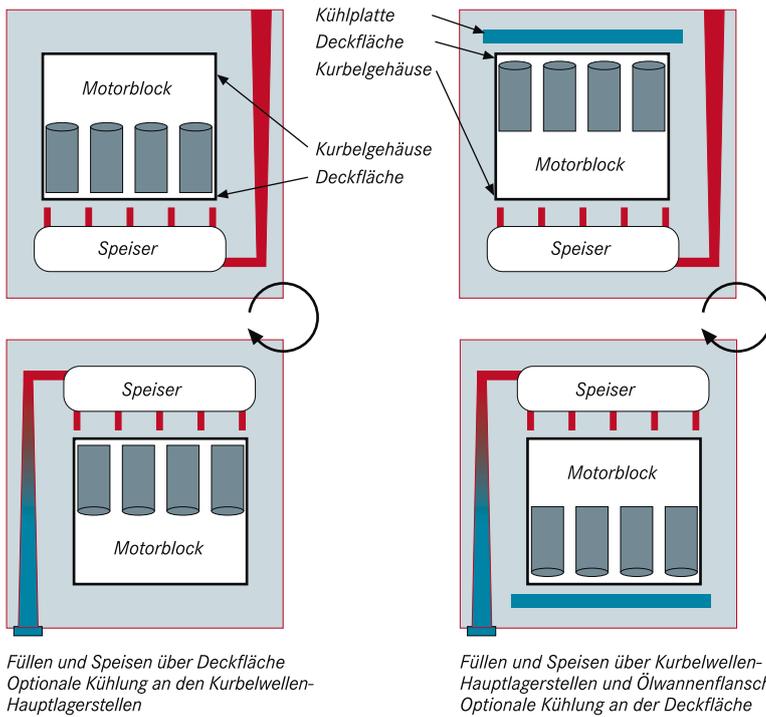


Bild 5: CPS – Kempaketsystem: Verfahrensprinzipien

Möglichkeit besteht im Füllen über die Formteifläche und in der Abschreckkühlung der Kurbelwellen-Hauptlager. Beide Möglichkeiten sind in **Bild 6** zu erkennen. Der positive Einfluss des Abkühlens an den verschiedenen Stellen ist in **Bild 7** dargestellt. Durch die Verwendung von Schreckplatten lassen sich die Porosität und der Dendritenarmabstand DAS signifikant reduzieren. Aus der Abbildung geht hervor, dass unter den verwendeten Gießbedingungen ein Porositätsniveau von nahezu 0 % erzielt wurde. Bei zusätzlichen Untersuchun-

gen konnte unter Verwendung von Schreckplatten eine DAS-Reduzierung von 50 bis 60  $\mu\text{m}$  bis auf 20 bis 25  $\mu\text{m}$  gemessen werden.

Die geringe Zahl von Gussfehlern wirkt sich positiv auf die Ermüdungsfestigkeit aus (**Bild 8** siehe S. 94). Die Ergebnisse aus dieser Abbildung zeigen, dass mit CPS hergestellte Gussteile erheblich höhere Ermüdungsfestigkeitswerte im Vergleich zum Hockdruckgießen aufweisen, wohingegen die Werte für Schwerkraftgussteile in der Nähe des CPS-Verfahrens liegen.

Ein verbessertes Gießverfahren zum Herstellen hochwertiger Zylinderköpfe ist das „Rotacast“-Verfahren (**Bild 9** siehe S. 94) [4]. Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein Schwerkraft-Gießverfahren, bei dem sich die Gießkammer unter der Form befindet. Die Form wird, wie beim CPS-Verfahren, durch die Speiser gefüllt. Beim Gießen rotiert diese mit der Gießkammer bei einer definierten Geschwindigkeit um 180°. Aufgrund der Rotation lässt sich ein geregeltes Formfüllen mit geringen Turbulenzen erzielen. Durch die Drehung wird die heißeste Schmelze oben am Gussteil bereitgestellt, so dass bestmögliche Speisebedingungen erreicht werden. Die sich daraus ergebenden Erstarrungsbedingungen führen in Hinblick auf Porosität und Dendritenarmabstand (DAS) zu einem besseren Gefüge der Zylinderköpfe.

### Optimierung der Oberfläche von Zylinderbohrungen

Es wurde bereits darauf verwiesen, dass als Zylinderlaufflächen für Aluminium-Motoren in der Großserienfertigung gegenwärtig vor allem Laufbuchsen aus GJL verwendet werden. Aufgrund der steigenden Anforderungen an die Leichtbau-Konstruktion müssen zukünftige Generationen von Aluminium-Motoren ohne Laufbuchsen arbeiten.

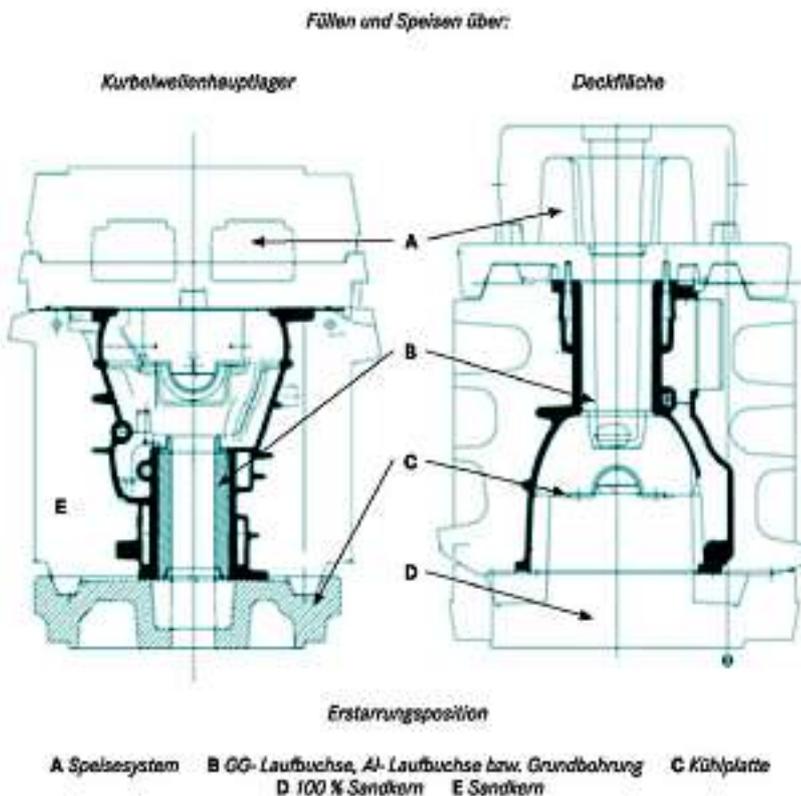


Bild 6: CPS – Kempaketsystem: Verfahrensprinzipien

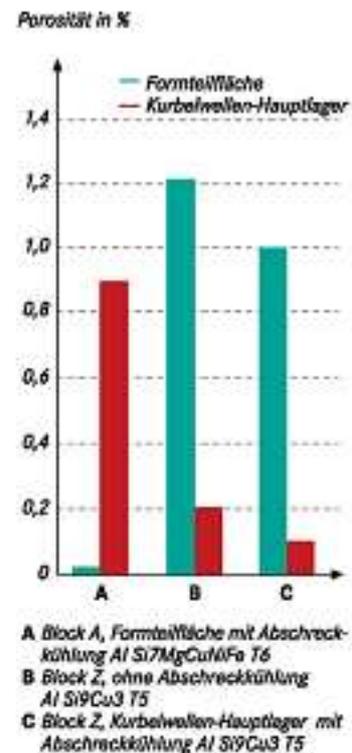


Bild 7: Einfluss der lokalen Abschreckkühlung

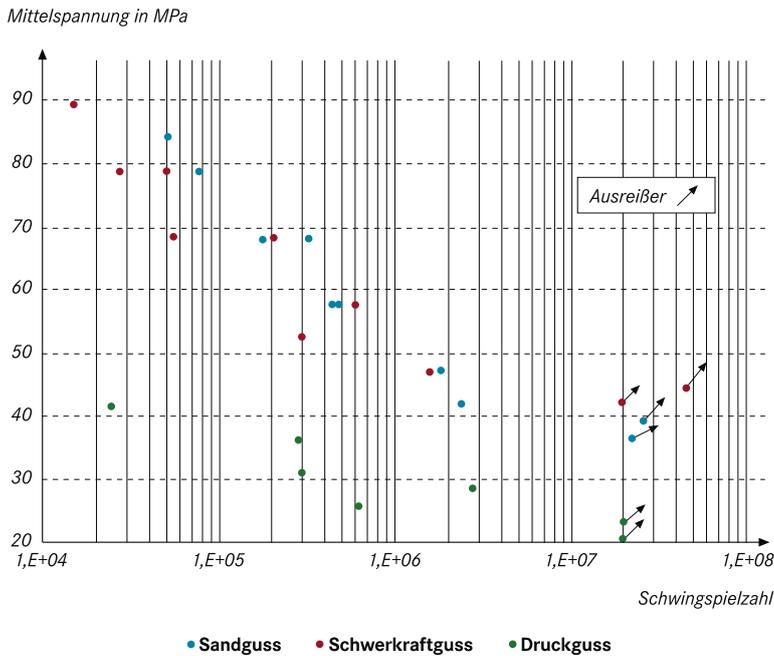


Bild 8: Einfluss des Gießverfahrens auf die Ermüdungseigenschaften von Al Si9Cu3

Demzufolge müssen Laufflächen mit einer hohen Verschleißfestigkeit direkt auf der gegossenen Zylinderoberfläche des Motorblocks hergestellt werden. Eine Lösung für dieses Problem ist das so genannte Tribosil-Verfahren [5], ein Laser-Verfahrensverfahren mit einem CNC-gesteuerten Nd:YAG-Laser (Bild 10). Bei diesem Verfahren wird die Zylinderoberfläche eines Motorblocks mit Hilfe eines Laserstrahls punktförmig umgeschmolzen. Gleichzeitig wird der lokal auf-

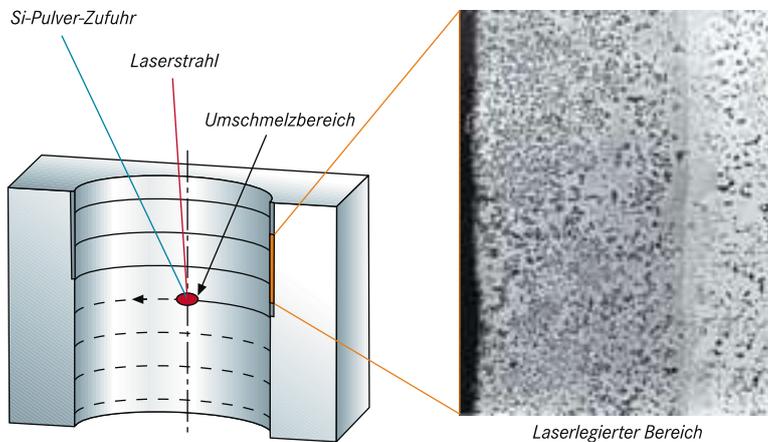


Bild 10: Laserlegieren – Verfahrensprinzip

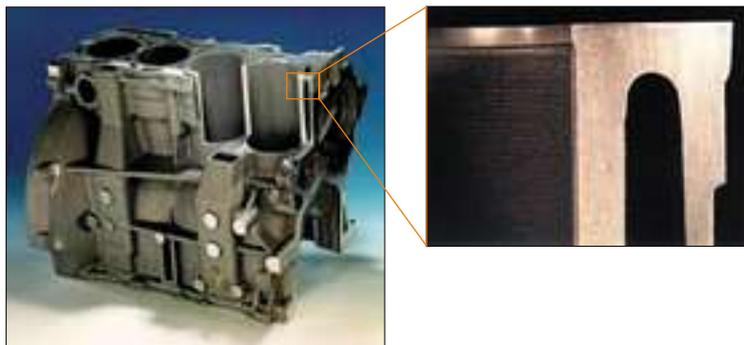


Bild 11: Laserlegieren von Blöcken

geschmolzenen Stelle Si-Pulver zugeführt. Das Silicium löst sich im flüssigen Aluminium sofort auf, so dass eine übereutektische AlSi-Legierung entsteht. Die ideale Korngröße des Si-Pulvers liegt im Bereich von 45 bis 70 µm, was eine vollständige und schnelle Auflösung des Granulats gewährleistet. Durch eine Drehbewegung des Laserstrahls entlang der Oberfläche der Zylinderbohrung und eine zeitparallele, lineare Bewegung in Richtung der Bohrungsachse lässt sich die gesamte Oberfläche der Zylinderbohrung mit dem Laserstrahl behandeln. Entsprechend der Leistung des Lasers kann durch Einstellen geeigneter Prozessparameter (z. B. Umdrehungsgeschwindigkeit des Lasers und Zuführrate des Si-Pulvers) eine Tiefe der AlSi-Schicht von ca. 800 µm erreicht werden (Bild 11). Diese Schichttiefe erfüllt alle Anforderungen an die Toleranzen zur späteren mechanischen Bearbeitung in der Großserienfertigung. Durch ihre große Härte und aufgrund der homogenen Verteilung primärer Si-Phasen ermöglicht die laserlegierte Zone das mechanische Honen der Zylinderbohrungen. Da die laserlegierte Zone fest genug ist, können die Lagerung, der Transport und die mechanische Bearbeitung der Motorblöcke ohne jegliche Einschränkung erfolgen.

Mit dem neuen Laser-Legieren lassen sich ein optimaler Gehalt und eine optimale Verteilung primärer Si-Phasen in einem Bereich von 10 bis 20 % erreichen, der sich

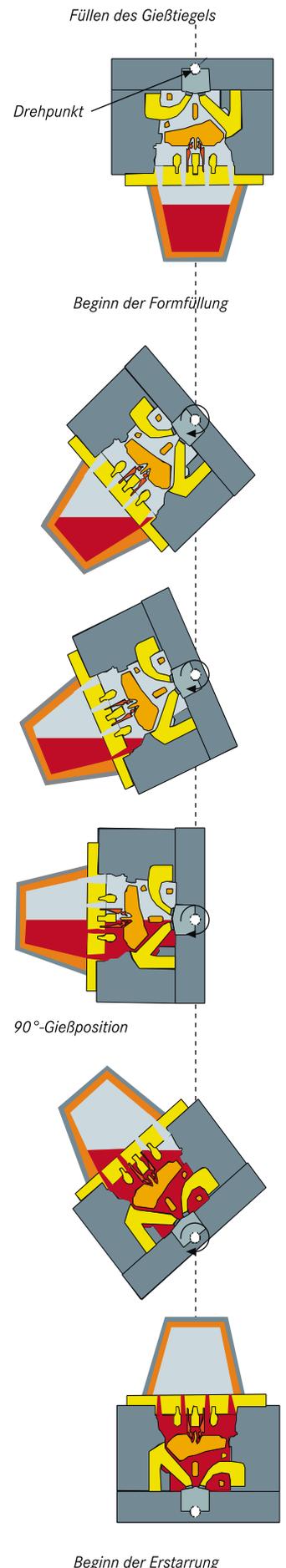


Bild 9: Rotacast für Zylinderköpfe

nachweislich für Motorleistungen auf dem bestmöglichen Niveau eignet. In **Bild 10** ist ein Beispiel für die Mikrostruktur einer Al-Si-Schicht dargestellt. An der Grenzfläche zum Legierungsgrundgefüge befindet sich eine an Silicium übersättigte Zone, die einen gleichmäßigen Härteübergang von der mit Laser legierten Zone zum Legierungsgrundgefüge bewirkt.

Zur Anwendung des Laser-Legierverfahrens ist ein definiertes Qualitätsniveau der Gussteile im Bereich der Zylinderbohrungsoberfläche erforderlich. Dabei haben sich ein Porositätsniveau von bis zu 1 % und eine Porengröße von max. 500 µm als für dieses Verfahren geeignet erwiesen. Legierungen vom Typ Al SiMg und Al SiCu lassen sich erfolgreich mit Hilfe des Lasers legieren. Nach dem Druckgießverfahren erzeugte Gussteile können auf diese Weise nicht behandelt werden. Selbst bei einem geringen Porositätsniveau dehnen sich kleine, unter Druck stehende Poren während des Umschmelzens extrem aus und rufen so in der gesamten laserlegierten Zone neue und wesentlich größere Poren hervor.

Das Verhalten der mit Hilfe des Tribosil-Verfahrens hergestellten Zylinderoberflächen wurde bei einer Reihe von Motortests erprobt. Für diese Prüfungen wurde ein geeigneter Kolbenringsatz ausgewählt und eine Eisenbeschichtung auf den Kolben aufgetragen. Diese Kombination stellt den Stand der Technik für Motoren mit übereutektischen AlSi-Legierungen dar und kann an das neue Tribosil-Verfahren angepasst werden.

Bisher wurden mehrere Prototyp-Motoren erfolgreich getestet und somit die Motorleistung nachgewiesen. Diese Prüfungen umfassten Kolbenbelastungs-, Kaltstart- sowie Lebensdauerprüfungen bei Hochgeschwindigkeit und Wechselbeanspruchung. Die laserlegierten Zylinderoberflächen haben sich bei allen Motortests als mechanisch stabil erwiesen, d. h. an der Oberfläche war kein Verschleiß zu erkennen. Im Vergleich zu Laufbuchsen aus GJL wurde eine leicht geringere Reibung gemessen.

## Ausblick

Die zukünftigen Arbeiten am Tribosil-Verfahren befassen sich mit der Anwendung von Hochleistungs-Diodenlasern, da diese geringere Investitionen erfordern und eine wesentlich bessere Energieeffizienz

aufweisen. Darüber hinaus befindet sich ein Fertigungskonzept für eine erste Kleinserienfertigung in der Entwicklung. Das neu entwickelte Laser-Legieren kann als wettbewerbsfähige Lösung gegenüber gegenwärtigen Laufbuchsen-Technologien eingesetzt werden

## Zusammenfassung

Als Ergebnis eines langfristigen Entwicklungsprogramms wurde eine neue Legierungszusammensetzung für Motorblöcke entwickelt, die höhere Festigkeiten bei erhöhten Temperaturen sowie bessere Kriecheigenschaften aufweist. Diese Legierung ist eine Weiterentwicklung der Gusslegierung Al Si7Cu0,5Mg mit einem höheren Fe-Gehalt und Ni-Zusätzen. Das vollständige Potential dieser Legierung wird erst in Verbindung mit dem CPS-Sandgießverfahren zur Herstellung von Aluminium-Motorblöcken ausgeschöpft. Aufgrund der dadurch verbesserten Mikrostruktur konnten günstigere Ermüdungseigenschaften erreicht werden.

Zur Ablösung der Laufbuchsen aus Gusseisen für die Laufflächen von Zylinderbohrungen wurde das Laser-Legieren entwickelt. Mit diesem Verfahren erhält man eine mit Si angereicherte Oberflächenschicht, die für Motoren geeignet ist. Dies wurde durch erfolgreiche Motortests nachgewiesen. Ein Fertigungskonzept zur Kleinserienfertigung wird entwickelt.

## Literatur

- [1] Schneider, W; Feikus, F.-J.: In: Proceedings of the 1st International Light Metals Technology Conference 2003, Brisbane, S. 63-68.
- [2] Feikus, F.-J.: AFS-Transaction Nr. 105 (1997), S. 225-331.
- [3] Smetan, H.: Giesserei 83 (1996), Nr. 3, S. 13-17.
- [4] Gosch, R.: interne Mitteilung
- [5] Feikus, F.-J.; Fischer, A.: VDI-Berichte (2001), Nr. 1612, S. 83-96.

## Kontaktadresse:

Hydro Aluminium Deutschland GmbH, Forschung und Entwicklung  
D-53117 Bonn, Georg-von-Boeselagerstraße 21  
Tel.: +49 (0)228 552 2380, Fax: 1919  
E-Mail: wolfgang.schneider@hydro.com, www.hydro.com

**+GF+**

**GEORG FISCHER**  
PIPING SYSTEMS

**Tempergussfittings  
mit dem doppelten Plus**

Georg Fischer Fittings GmbH  
3160 Traisen / Österreich  
www.fittings.at

**Adding Quality to People's Lives.**



# Intelligente Gussteile – Einsatz adaptronischer Komponenten in Kombination mit Gussteilen\*)

*Intelligent Castings – Application of adaptronic Components in Combination with Cast Parts*



**Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse**, seit April 2003 Professor für endformnahe Fertigungstechnik im Fachbereich Produktionstechnik der Universität Bremen u. Leiter des IFAM, Abtlg. Endformnahe Fertigungstechnik.

Nach Maschinenbaustudium an der Universität Paderborn dort Aufbau eines Zentrums für die Lost Foam Technologie. Danach 1994 Wechsel in die Industrie zur Komponentenfertigung bei VW Nutzfahrzeuge Hannover mit Verantwortung für Verfahrensentwicklung und neue Technologien in der Gießerei. 1996 Habilitation für das Fachgebiet werkstoffbezogene Fertigungstechnik. 1997 Eintritt in die VW Konzernforschung Wolfsburg, Verantwortungsbe- reich Projektkoordination und finanzielle Steuerung der Forschung und ab 2001 Leiter der Produktionsforschung des VW Konzerns.

**Dipl.-Ing. Franz-Josef Wöstmann**, studierte an der Universität Paderborn Maschinenbau mit Schwerpunkt Fertigungstechnik. Seit Juli 2004 ist er Leiter der Abteilung Gießereitechnik am IFAM in Bremen, Institutsteil Formgebung und Funktionswerkstoffe. Er ist verantwortlich für Verfahrensentwicklungen und Weiterentwicklung von Fertigungstechnologien für metallische Werkstoffe und Verbundwerkstoffe.



**Dipl.-Ing. Thorsten Müller**, Studium der Produktionstechnik an der Universität Bremen. Er arbeitet seit 2001 als Projektleiter im Bereich Gießereitechnik am Fraunhofer Institut IFAM in Bremen und ist Spezialist auf dem Gebiet RFID-Komponenten im Druckguss.

**Dr.-Ing. Tobias Melz**, studierte Maschinenbau mit Schwerpunkt Luft- und Raumfahrttechnik an der TU Braunschweig, arbeitete als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich der adaptiven Struktursysteme am DLR und promovierte an der TU Darmstadt im Bereich der adaptiven Schwingungsminderung für Satellitensysteme. Seit 2001 leitet er im Fraunhofer Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt das Kompetenzzentrum Mechatronik/Adaptronik.



**Dipl.-Ing. Peter Spies**, nach Studium der Elektrotechnik an der Universität Erlangen-Nürnberg wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Abtlg. Leistungsoptimierte Systeme, Erlangen. Er arbeitete dort auf dem Gebiet Multi-standard Frontends und Systemsimulationen für Kommunikationssysteme. Seit 2001 ist er Gruppenleiter der Gruppe Endgeräatechnologien, wo er sich mit Schaltungs- und Systementwurf für mobile Endgeräte beschäftigt. Im speziellen werden dort Techniken, Module und Systeme für Power- und Batteriemangement und Schnittstellentechnologien wie Transceiver und Transponder entwickelt. Weitere Forschungsthemen der Gruppe sind Energy Harvesting Technologien für mobile Endgeräte.

## Situation

Gussbauteile aus den verschiedensten Metallen haben sich in den letzten Jahrzehnten zu Hightech-Produkten entwickelt, die in den unterschiedlichsten Bereichen, von der Medizin- über die Automobil- bis hin zur Luft- und Raumfahrttechnik, zum Einsatz kommen. Sie zeichnen sich durch den kurzen Weg vom Rohstoff zum Endprodukt, durch gute mechanische Eigenschaften und durch hohe Gestaltungsfreiheit aus. Der Fortschritt in den einzelnen Gießverfahren erlaubt ein immer komplexeres Design und eine beanspruchungsgerechte Auslegung von Gusskomponenten, wie sie von der Natur, z. B. von Bäumen oder dem Knochengerüst der Säugetiere, vorgegeben werden. Ein gravierender Unterschied ist hierbei jedoch, dass konventionelle Gussteile nicht in der Lage sind, die auf sie einwirkende Belastung wahrzunehmen und somit darauf zu reagieren.

## Herausforderung

Eine Möglichkeit, sich dem Vorbild der Natur weiter anzunähern, bietet die Kombination von Gussteilen mit sensorischen, aktorischen und weiteren elektronischen Komponenten. Es existiert heute bereits eine Vielzahl von adaptronischen Systemen, Sensoren und Aktoren sowie Kleinstprozessoren und Datenübertragungseinheiten wie Transponder oder RFID (radio frequency identification). Nach dem aktuellen Stand der Technik werden diese Komponenten in einem zusätzlichen Arbeitsgang appliziert. Die aktuell dafür eingesetzten Methoden sind aufwendig und kostenintensiv. Zudem können mit ihnen Komponenten in Form von Sensoren und Aktoren, z. B. für Druck, Temperatur, oder Schwingungen, nicht direkt in das Bauteil an den für die Messung relevanten Platz gebracht werden. Das Gleiche gilt für aktorische Systeme, die bei den aktuellen Anwendungen nur auf die Bauteilaußenseite aufgebracht werden oder mit aufwendigen Verfahren nachträglich implementiert werden müssen. Diese zusätzlichen Fertigungsschritte bedeuten zunächst einen erhöhten Arbeitsaufwand und reduzieren somit die Wertschöpfung.

Ein weiterer Nachteil, der betrachtet werden muss, ist die Gefahr von Umwelteinflüssen und Fehlern durch eine schlechte Kontaktierung oder durch weitere Applikationshilfsmittel zwischen Sensor/Aktor und Matrixmaterial.

Die genannten Fehler und Kosten können weitgehend reduziert werden, wenn die angeführten Komponenten direkt im Druckgießprozess in das Gussteil integriert werden. Das heißt, die zu integrierenden Komponenten werden vor dem Gießen in der Form platziert und anschließend im konventionellen Druckgießprozess umgossen.

Damit bietet sich die Möglichkeit, in einem Fertigungsschritt intelligente Gussbauteile herzustellen. Eine besondere Herausforderung dabei ist es, die Positionstreuung während des Gießens zu gewährleisten und zu verhindern, dass die zu integrierenden Komponenten durch einen zu großen Wärmeeintrag zerstört werden.

## Motivation und Ziele

### Radio frequency identification (RFID)

Die direkte Integration sensorischer, aktorischer und weiterer elektronischer Komponenten ermöglicht es, die heute zur Verfügung stehenden Funktionen der Elektronik mit den Möglichkeiten der modernen Gießtechnik zu kombinieren. Damit können diese Bauteile passiv

\*) Mit Zustimmung der Autoren und der Redaktion genehmigter Nachdruck aus GIESSEREI 93(2006), Heft 4, S.48/53.

durch sensorische Datenerfassung und aktiv durch integrierte Aktoren auf ihre Umwelt reagieren. Weiterhin werden Schnittstellen geschaffen, die eine Datenübertragung und damit eine direkte Vernetzung von Einzelkomponenten in einem Gesamtkonzept, wie z. B. einem PKW, ermöglichen.

Eine erste Anwendung ist die Integration von Transpondern oder auch RFID-Tags<sup>1)</sup> zur Bauteilerkennung und Verfolgung. RFID ermöglichen eine kontaktlose Datenübertragung und haben gegenüber dem konventionellen Barcode folgende Vorteile:

- Senden, Speichern und Erfassen von Daten,
- kontaktlose Identifikation,
- Durchdringung verschiedenster nichtmetallischer Materialien,
- beliebiges Lesen und Beschreiben (Produktdaten etc.),
- gleichzeitige Erfassung vieler Transponder,
- Resistenz gegen Umwelteinflüsse,
- Form und Größe des Transponders sind nahezu beliebig anpassbar,
- Transponder können komplett in das Produkt integriert werden,
- hohe Sicherheit durch Kopierschutz/Verschlüsselung,
- schnelle Erfassung möglich,
- keine Beeinträchtigung durch Schmutz,
- flexible Platzierung.

Die physikalischen und konstruktionsbezogenen Eigenschaften von RFID-Systemen werden im Wesentlichen durch den Frequenzbereich, in dem sie arbeiten, bestimmt. Weltweit haben sich dabei bislang zwei Standards durchgesetzt, die durch ISO-Normen technologisch vereinheitlicht sind und somit eine länderübergreifende Verwendung der RFID-Tags ermöglichen: das 125-kHz- (LF-Bereich) und das 13,56-MHz-Band (HF-Bereich).

Die Frequenzbänder zeichnen sich durch unterschiedliche Eigenschaften aus, wie z. B. Kommunikationsreichweite, Energieübertragung, spezielle Bauformen und Signalempfindlichkeit, die in einigen industriellen und logistischen Anwendungen den Einsatz der RFID-Technologie erschweren.

Mit der Entwicklung von RFID-Applikationen im Ultrahochfrequenzbereich (UHF) werden sich in dieser Hinsicht die Anwendungsmöglichkeiten erweitern. Im Mittelpunkt des Interesses steht dabei das in Europa freigegebene 868-MHz-Frequenzband. Prinzipiell unterscheiden

sich die RFID-Technologie in den benötigten Komponenten nicht von der 13,56-MHz-Technik. Anders als bei LF- und HF-Anwendungen erfolgt jedoch im 868-MHz-Bereich die Kopplung zwischen Transponder und der Lese/Schreibereinheit (Reader) nicht induktiv durch ein Magnetfeld, sondern über elektromagnetische Wellen, d. h. als Strahlung. Die elektromagnetische Kopplung erfordert keine spulenförmige Antenne, sondern eine einfache Dipol- oder Flachantenne. Die Lesereichweiten für passive UHF-Transponder betragen bei guten Bedingungen und einer effektiven Sendeleistung von 0,5 Watt ERP (effectiv radiated power) maximal 4 m. Seit Anfang 2005 gilt eine erhöhte Obergrenze der Reader-Sendeleistung von 2 Watt ERP im Frequenzbereich zwischen 865,6 MHz und 867,6 MHz. Dies ermöglicht es, künftig noch größere Reichweiten von theoretisch bis zu 8 m zu realisieren. Die Lesbarkeit auf Metalloberflächen ist bei der UHF-Technologie zwar prinzipiell besser als bei der HF-Technologie, doch die angebotenen RFID-Inlays benötigen trotzdem einen Mindestabstand zum Metall, um arbeiten zu können. Daher sind UHF-Labels nicht als generelles Allheilmittel für metallische Umgebungen anzusehen [1].

Der Einsatz der RFID-Technologie an leitenden Oberflächen stellt eine große Herausforderung dar. Die eingesetzten Transponder werden mit Hilfe eines magnetischen oder elektromagnetischen Feldes angesprochen und bei passiven Tags (ohne eigene Stromversorgung) auch mit Energie versorgt. Dieses Feld induziert aber in leitenden Oberflächen Wirbelströme (Eddy-Currents), die das Reader-Feld absorbieren. Diese Wirbelströme erzeugen ihr eigenes Magnetfeld, welches senkrecht zur Oberfläche steht und dem ursprünglichen Feld der Lesestation entgegen wirkt. Das Metall verschlechtert auch die Abstimmung zwischen Reader und Tag-Antenne durch zusätzliche, parasitäre Kapazitäten. Weiterhin kann das vom Metall reflektierte Signal das Auslesen anderer Tags stören [2].

Um trotzdem ein Auslesen von RFID-Tags an metallischen Oberflächen zu ermöglichen, müssen unterschiedliche Designregeln beachtet werden. Bei der Verwendung von niedrigeren Frequenzen werden weniger starke Wirbelströme und geringere parasitäre Kapazitäten erzeugt, wodurch Übertragungsstörungen reduziert werden. Durch Ferritkerne in den Transponderspulen reichen schon schwächere Felder aus, um den Tag anzusprechen. So können die geschwächten Felder an metallischen Oberflächen bereits für eine einwandfreie Funktion ausreichen. Weiterhin ist es möglich, die Verstimmung zwischen Reader und Tag-Antenne durch die Metalloberfläche bei der Dimensionierung der Antenne zu berücksichtigen. Bei

<sup>1)</sup> Transponder oder Tags sind nur wenige mm große Chips.

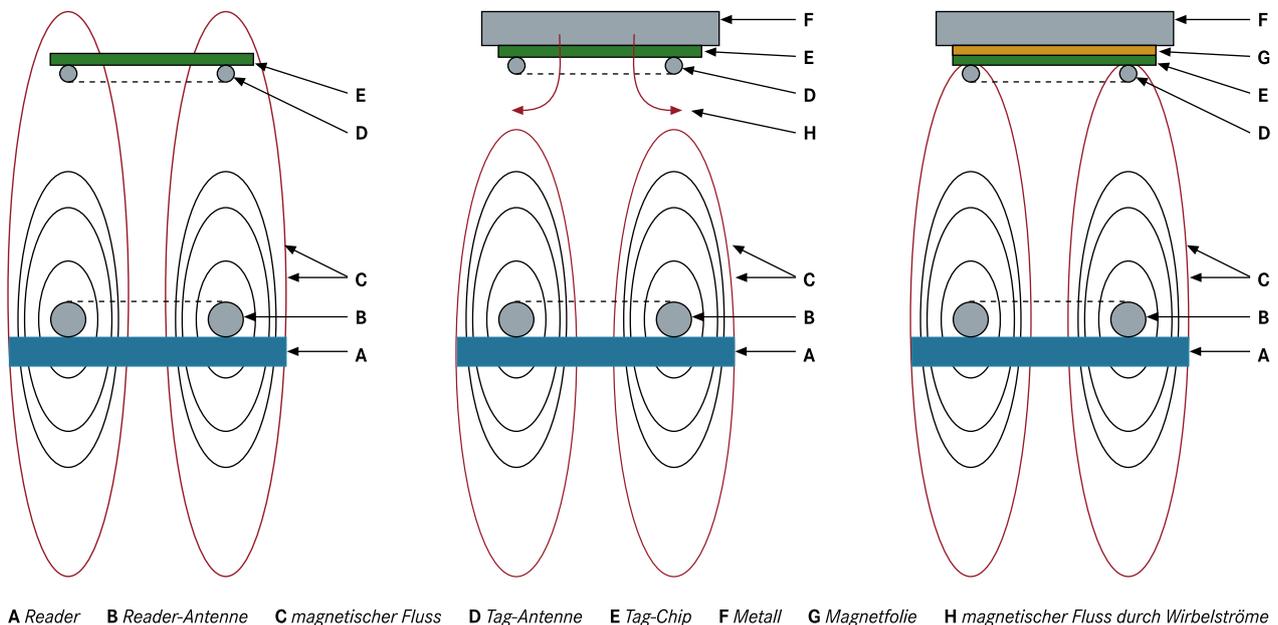


Bild 1: Funktionsweise der Ferrit-Folien [4]

der Entwicklung der Reader-Antenne kann ein Kompromiss zwischen einem scharfen Resonanzmaximum zur maximalen Energieübertragung und einem flachen, breiten Resonanzmaximum für eine große Toleranz gegen Verstimmung gefunden werden. Zur Vermeidung von Wirbelströmen und dem damit verbundenen, dem Reader-Feld entgegengesetzten Magnetfeld können Ferrit-Folien mit hoher magnetischer Permeabilität zwischen Tag und Metall verwendet werden. Neben einer hohen magnetischen Permeabilität haben diese Folien einen geringen magnetischen Verlust. Durch diese Folien werden der magnetische Fluss gebündelt und die Wirbelströme im Metall vermieden. Eine Abschwächung des Lesefeldes findet so nicht statt und es kann eine einwandfreie Funktion der Tags garantiert werden [2-5] (Bild 1).

Der Einsatz der RFID ermöglicht damit eine direkte Bauteilerkennung sowie die Bauteilverfolgung während der Fertigung und in der Anwendung und bietet somit neue Möglichkeiten zur Verbesserung der

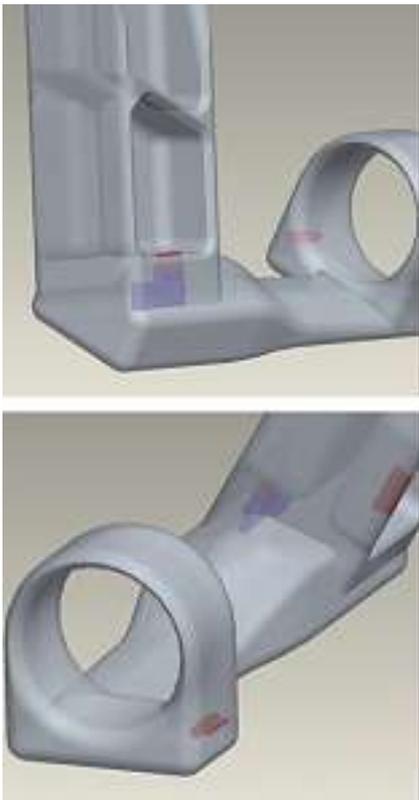


Bild 2: Studie zu belastungsgerecht eingesessenen elektronischen und adaptronischen Komponenten

Logistik, Qualitätskontrolle und Fälschungssicherheit. Als Beispiel sei hier die Produktverfolgung über den Fertigungsprozess angeführt. Dabei können jedem Bauteil – von der direkten Bauteilherstellung über die einzelnen Fertigungsschritte – durch Kombination mit einer Datenbank alle Fertigungsschritte und Parameter zugeordnet und zu jeder Zeit wieder abgerufen werden. Das heißt, das Bauteil erhält quasi über die Identifikation mit dem RFID einen lückenlosen Lebenslauf, der bei Bedarf (z. B. einer Reklamierung) aufgerufen und kontrolliert werden kann.

Ein weiterer Schritt, die Bauteilfunktionalität zu erhöhen und die Vorteile verschiedener Technologien zu kombinieren, ist die angesprochene Integration

adaptronischer Komponenten. Durch die Kombination von sensorischen Funktionen mit unmittelbarer aktorischer Reaktion können beispielsweise Schwingungen in Strukturen direkt abgefangen und dadurch Vibrationen minimiert oder ganz eliminiert werden. Durch Einsatz intelligenter Systeme (Sensoren, Aktoren, Prozessoren, Übertragungseinheiten, Elektronikkomponenten zur Datenverarbeitung, Speicherung und Regelung) lassen sich somit in einem ganzheitlichen Fertigungsprozess „intelligente“ adaptronische Halbzuge/Bauteile herstellen, die „Gefühle“ haben und autark auf ihre Umwelt reagieren (Bild 2).

**Adaptronic – „Smart Structures“**

Die Adaptronik ist Ende der 90er Jahre vom deutschem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und vielen Wirtschaftsführern als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts identifiziert worden. Unter dem Kunstwort Adaptronik versteht

man adaptive, aktive Strukturen, auch „Intelligente Strukturen“ (Smart Structures) genannt, die mit strukturintegrierter Sensorik, Aktorik und Regelungstechnik ausgestattet sind und damit eine Anpassungsfähigkeit an sich ändernde betriebliche Randbedingungen erlauben.

Gegenüber der Mechatronik verfolgt die Adaptronik einen bionischen Ansatz. Dieser zielt auf die Integration aktiver Funktionen direkt in die Lastpfade passiver mechanischer Strukturen ab – ähnlich den Nerven und Muskeln im menschlichen Körper – und nicht auf die mechatronische Ergänzung aktiver Funktionen bestehender Strukturen. Diese Verschmelzung aktiver und passiver Funktionen macht es möglich, die Ausbreitung und nicht erst die Auswirkung von Stör-energien aktiv zu kontrollieren. Damit unterscheiden sich beispielsweise adaptronische Ansätze zur Lärmkontrolle von klassischen „Active-Noise-Control (ANC)“-Ansätzen: Während im letztgenannten Fall die abgestrahlten komplexen 3-D-Schallfelder durch aktiv generierten, überlagerten Gegenschall aufwendig bekämpft werden, zielt der erstgenannte Ansatz auf eine Minderung der Körperschallausbreitung und eine Vermeidung der Schallabstrahlung. Der adaptronische Ansatz heißt entsprechend dem aktiven strukturakustischen Eingriff „Active Structural Acoustic Control (ASAC)“. Neben der Lärmkontrolle sind die Schwingungsminderung und die aktive Gestaltkontrolle die zentralen technischen Zielfunktionen.

Technische Basis sind Wandlernmaterialien, die eine Energieform in eine andere überführen und idealerweise gleich mehrere Funktionen übernehmen – sensorische, aktorische und die mechanisch lasttragende. Exemplarisch seien piezokeramische Systeme genannt. Darüber hinaus sind geeignete regelungstechnische Konzepte in Kombination mit signalverarbeitungstechnischer Elektronik von zentraler Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung einer adaptiven Struktur. Beispielhaft hierfür sind hybride Reglerkonzepte mit untereinander kommunizierenden Einheiten und deren Implementierung auf massentauglichen, eingebetteten Systemen. Auf vorgenannter Basis erfüllen adaptive Strukturen Forderungen nach einer Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, der Effizienz, der Leistungsfähigkeit sowie anderer Charakteristika von mechanischen Systemen und schaffen neue Möglichkeiten in der Produktoptimierung. Dazu zählen, neben wirtschaftlichem Materialeinsatz, Funktionserweiterung und Komfortsteigerung, auch Sicherheitsaspekte wie die Optimierung von Crasheigenschaften oder die Schadenüberwachung (Bild 3).

Das Potential der Adaptronik ist heute unbestritten und bereits in diversen Problemstellungen erfolgreich nachgewiesen worden. Von zentraler Bedeutung für den umfassenden kommerziellen Erfolg ist eine kontinuierliche Technologieoptimierung in Richtung einer Kostensenkung, der Effizienzsteigerung bei der Auslegung und Umsetzung, der Innovationsbeschleunigung sowie der erfolgreichen Systemintegration – in Stichworten: schneller, preiswerter, besser. Während im Bereich der Materialien und Komponenten, insbesondere der piezokeramisch basierten, eine solide Basis erarbeitet werden konnte, wurde in den letzten Jahren vor allem auf die Verschmelzung der für die adaptive Systementwicklung zentralen Fachdisziplinen und deren Entwicklungswerkzeuge orientiert und eine erhebliche Beschleuni-

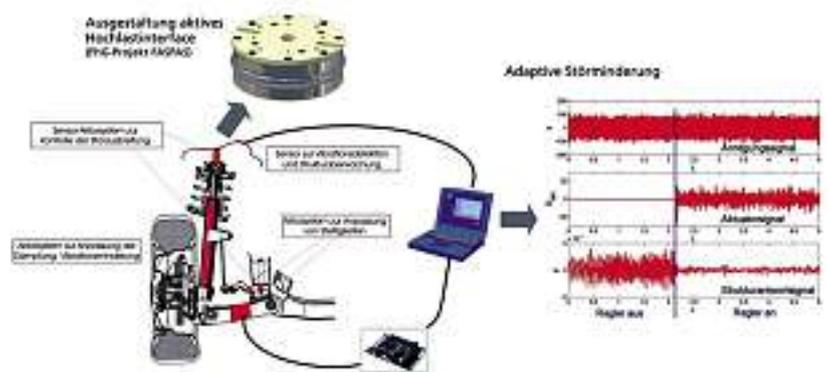


Bild 3: Beispiel des adaptiven Systemeingriffs im Fahrwerkbereich

gung bei der Systemumsetzung erreicht. Um zusätzlich Kosten zu senken, wurden erfolgreich softwaretechnische Tools entwickelt, die es ermöglichen, regelungstechnische Funktionen auf kostengünstigen Elektronikern zu implementieren (**Bild 4**).

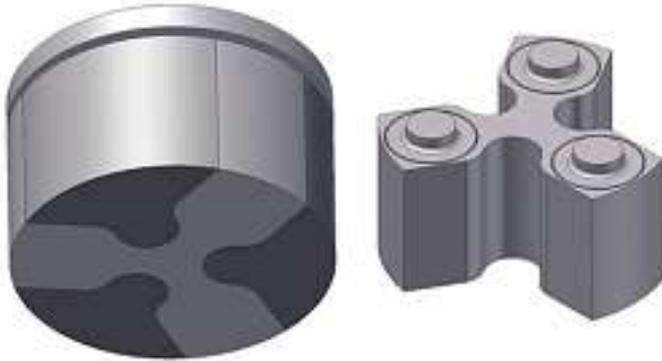


Bild 4: Beispiel für gießtechnisch hergestellte adaptive Interfacestrukturen

Ein wichtiges „ToDo“ für den Markterfolg ist nun die fertigungsge- rechte Optimierung adaptiver Systeme für die großserientaugliche Produktion mit etablierten gießtechnischen Verfahren. Diese Verfahren für die Adaptronik zu erschließen, ist von zentraler Bedeutung und Ziel des Projektes InGuss. Des Weiteren müssen auch Kleinserienverfahren erschlossen werden. Sobald auch diese fertigungstechnischen Fragen beantwortet sind, wird sich die Adaptronik in kommerziellen Anwendungen verschiedenster Branchen etablieren. Dies hat auch für den Standort Deutschland eine große Bedeutung, da komplexe Querschnittstechnologien kurzfristig kaum kopierbar sind.

## Aktuelle Arbeiten

Im Zuge der Forschungsarbeiten am Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen konnten in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Erlangen, und dem Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt, bereits verschiedene elektronische Komponenten durch Druckgießen in Aluminium- und Zinkdruckgussbauteile integriert werden. Dabei wurden verschiedene RFID und piezokeramische Werkstoffe eingegossen. Sowohl die RFID als auch die piezokeramischen Werkstoffe können durch eine angepasste Temperaturführung in der Gießform und dem Gussteil vor einem zu starken Wärmeeintrag geschützt werden, so dass die Funktion der Komponenten nach dem Gießprozess gewährleistet ist. In den laufenden Forschungsarbeiten werden Positionierungsmöglichkeiten für die zu integrierenden Komponenten entwickelt und untersucht. Weiterhin werden zur optimalen Positionierung und zur Reduzierung des Wärmeeintrages Simulationstools eingesetzt. In Zusammenarbeit mit dem Verbund Adaptronik und weiteren Instituten wird an der Auswahl, Auslegung und Dimensionierung von adaptiven Komponenten als Sensor und Aktor gearbeitet (**Bild 5**).

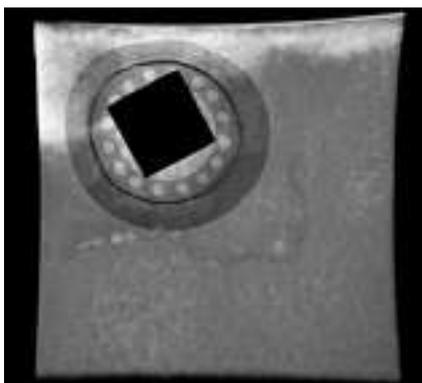


Bild 5: Röntgenaufnahme eines eingegossenen RFID TAG ID 700

## Perspektiven

Computerprozessoren sowie nahezu alle am Markt befindlichen elektronischen Komponenten werden immer kleiner und billiger. Drahtlose Kommunikation ist nahezu überall verfügbar. Durch das direkte Einbringen dieser Komponenten wird die Funktionsintegration in Gussbauteile erhöht, der Leichtbau vorangetrieben und eine Vernetzung von intelligenten Bauteilen ermöglicht. Damit wird in Zukunft – beginnend im Jahr 2006, dem Wissenschaftsjahr der Informatik – eine weitere Schnittstelle zwischen Hard- und Software geschaffen und das „Pervasive Computing“, die Vernetzung von intelligenten Gegenständen des Alltags, gefördert. Diese intelligenten Gussteile sollen in der Lage sein, ihre Umwelt autark zu erfahren, sich dem jeweiligen Betriebszustand anzupassen, Schäden zu detektieren und die erfassten Daten an den Benutzer oder ein Gesamtsystem weiterzugeben. Solche Systeme lassen sich zur Bauteilentwicklung und Auslegung einsetzen, zur Datenerfassung während des Betriebes, zum Healthmonitoring sowie dem Healthcontrolling, oder für die „X-By-Wire“-Technik, die elektronische Systeme betrifft, die ohne mechanische Verbindung zwischen Bedienfunktion und Bedienelement geschaltet sind. Durch direktes Erfassen der Betriebsbeanspruchungen werden bedarfsgerechtere Gusskonstruktionen in optimierter Leichtbauweise ermöglicht, bislang notwendige Sicherheitsfaktoren können verringert werden (Ersatz von Masse durch Information). Weiterhin kann z. B. die Bauteilbelastung in Abhängigkeit von der Einsatzdauer aufgezeichnet werden, wodurch sich Wartungsintervalle verkürzen und Neuentwicklungen beschleunigen lassen.

## Literatur

- [1] RFID: Neue Eigenschaften eröffnen neue Möglichkeiten. Schreiner Logi-Data, 2005.
- [2] Adams, D.: How RFID will work in metal environments. UsingRFID.com, April 2005.
- [3] LIQUALLOY Magnetic sheets for RFID applications, HMLSR Series. Alps, 2005.
- [4] RFID magnetic sheet. Nitta Corporation.
- [5] Flexible composite-type electromagnetic shield material for the 13.56 MHz-band RFID system. TDK Flexield.

## Kontaktadressen:

Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, D-28359 Bremen, Wiener Straße 12, Tel.: +49 (0)421 2246-212, Fax: +49 (0)421 2246-100, E-Mail: busse@ifam.fraunhofer.de, www.ifam.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF Kompetenzzentrum Mechatronik/Adaptronik, D-64289 Darmstadt, Bartsingstraße 47, Tel.: +49 (0)6151 705 252, E-Mail: tobias.melz@lbf.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, D-90411 Nürnberg, Nordostpark 93, Tel.: +49 (0)911 58061-6363, E-Mail: spi@iis.fraunhofer.de

## EUROFORUM – The Conference Company

### Das Automobil – Leichter sicherer, sparsamer durch Bionik?

20. Juli 2006 – Hotel Kempinski Vier Jahreszeiten in München

Die Bionik als Ideengeber für die Weiterentwicklung des Automobils eröffnet gänzlich neue Perspektiven. Sie zeigt Wege für natürliche und einfache Technologien, die leistungsfähiger sind und zudem weniger Energie benötigen. Design, Karosseriebau und Werkstoffe erhalten damit eine Fülle von überraschenden Lösungsansätzen. Doch wie steht es um die tatsächliche Umsetzbarkeit von bionischen Ideen? Wie lassen sich durch Bionik Wettbewerbsvorteile generieren?

Die Veranstaltung gibt Gelegenheit zur Diskussion richtungsweisender Konzepte mit den führenden Bionikern Deutschlands:

Prof. emerit. Dr. W. Nachtigall, Univ. d. Saarlandes / Dr. L. Harzheim, Adam Opel AG / A.S. Gomfaus und A. Georgi, Audi AG / Prof. G. Spiegelberg, Siemens VDO Automotive / Dr. H. Zinner, EADS Deutschland GmbH.

**Informationen:** Isabel Litzen, Tel.: +49 (0)211 9686 3581, E-Mail: isabel.litzen@euroforum.com

 <p><b>VÖG</b> Verein Österreichischer Gießereifachleute</p> <p>e-mail: <a href="mailto:tschirnbauer@voeg.at">tschirnbauer@voeg.at</a></p>	 <p>e-mail: <a href="mailto:giesskd@unileoben.ac.at">giesskd@unileoben.ac.at</a></p>	 <p><b>ÖGI</b> Österreichisches Gießerei-Institut</p> <p>e-mail: <a href="mailto:office.ogi@unileoben.ac.at">office.ogi@unileoben.ac.at</a></p>
---	---	--



Mit 280 angemeldeten Teilnehmern aus 8 Ländern und 36 ausstellenden Firmen verzeichneten die Veranstalter eine Rekordbeteiligung bei der 50. Österreichischen Gießereitagung. Erfreulich war auch, dass rd. ein Drittel der Teilnehmer aus den benachbarten Ländern Deutschland, Schweiz, Ungarn, Slowenien und Tschechien, aber auch aus Belgien und Schweden kamen. Dies dokumentiert die gute Vernetzung der Gießereiverbände über die Grenzen hinaus, unterstreicht aber auch das interessante Informationsangebot der Tagung. Für zwei Tage trafen sich die in- und ausländischen Gießereifachleute, Vertreter der Zulieferindustrie, Gussanwender und Experten aus Forschung und Wissenschaft zu einem intensiven Erfahrungsaustausch an der Montanuniversität und im Österreichischen Gießerei-Institut (ÖGI) in Leoben.

Hausherr Magnifizienz Dipl.-Ing. Dr. Wolfhard Wegscheider, Rektor der MUL und Vorstandsmitglied des ÖGI, begrüßte die Teilnehmer zur 50. Gießerei-Tagung. Gruß- und Glückwunschschaften ihrer Vereinigungen überbrachten auch Dr.-Ing. W. Stets in Vertretung des VDG-Hauptgeschäftsführers Dr.-Ing. G. Wolf, Prof. Dr.-Ing. K. Bako für die Ungarischen Gießereifachleute, Frau Mag. Mirjam Jan-Blazic

vom Drustvo Livarjev Slovenije sowie DI Lars-Erik Björkegren vom Svenska Gjuteriföreningen in Jönköping.



MUL-Rektor Magn. Dr. W. Wegscheider



Dr.-Ing. W. Stets, VDG Düsseldorf



Prof. Dr.-Ing. K. Bako, Budapest



Mag. Mirjam Jan-Blazic, Präsidentin des DLS



DI L.E. Björkregen, Svenska Gjuteriföreningen

Nach dem Motto der Tagung „Werkstoff- und Verfahrensvielfalt mit Guss“ wurde in mehr als 20 Fachvorträgen über neueste Entwicklungen im Eisen- und Nichteisengussbereich berichtet. Dabei standen sowohl Verfahrensentwicklungen als auch Werkstoff- und Legierungsoptimierungen im Mittelpunkt. Eindrucksvoll wurde in den Vorträgen aufgezeigt, wie sich die Gießereibranche den immer wieder neuen Aufgaben und Anforderungen der Gussanwender stellt und diese auch unter Anwendung neuester Erkenntnisse in Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten mit Erfolg meistert.



Diskussionen im kleineren Kreis ...



... und in größerer Runde in den Kaffeepausen, auch mit den Ausstellern.

Einen Schwerpunkt bei der Tagung bildeten Plenarvorträge zur zerstörungsfreien Bauteil- und Werkstoffuntersuchung mittels Computertomographie (CT). Dabei handelt es sich um ein Verfahren – in der Medizintechnik schon längere Zeit im Einsatz – mit dem es möglich ist, in das Innere von Bauteilen oder Werkstoffen zu „blicken“ und eine 3-dimensionale Information über Beschaffenheit und Qualität zu erhalten. Damit ergeben sich völlig neue Erkenntnisse und Möglichkeiten für zukünftige Entwicklungen auf breiter Basis. Dieser thematische Schwerpunkt wurde gesetzt, weil das Österreichische Gießerei-Institut im August dieses Jahres 2 derartige Anlagen installieren und in Betrieb nehmen wird. Dabei handelt es sich um die erst zweite CT-Anlage im Bereich der Werkstoffuntersuchung in

Österreich. Das Österreichische Gießerei-Institut setzt damit einen bedeutenden Schwerpunkt in den Möglichkeiten der Werkstoffforschung am Werkstoffstandort Leoben und etabliert sich weiter als Kompetenzträger in Sachen Guss. Sowohl Gießereien als auch Gussanwender haben damit die Möglichkeit, in Zusammenarbeit mit dem ÖGI modernste Untersuchungsmethoden einzusetzen, um Prozesse, aber auch Produkte zu optimieren und „Einblicke“ ins Innere von Bauteilen zu bekommen, wie sie bisher nicht möglich waren.

Gerade in Zeiten zunehmender Globalisierung kommen der Forschung, Entwicklung und Innovation immer größere Bedeutung zu. Nur durch verstärkte Anstrengungen in diesen Bereichen können Produktionsstandorte und Arbeitsplätze gesichert werden. Eine Erkenntnis, die nicht neu ist und in den letzten Jahren in der österreichischen Forschungspolitik auch sehr stark an Bedeutung gewonnen hat.

Von großem Interesse war daher der Vortrag von DI Dr. Knut Consemüller, Vorsitzender des Rates für Forschung und Technologieentwicklung und Vorstand der Böhler Uddeholm AG, der über die



Dr.-Ing. Knut Consemüller

„Österreichische Forschungsstrategie 2010 und die Bedeutung der außeruniversitären Forschungseinrichtungen“ berichtete.

Österreich ist demnach auf einem guten Weg und hat in den letzten Jahren die F&E-Ausgaben sowohl seitens der öffentlichen Hand als auch auf Wirtschafts- und Industrie-seite überdurchschnittlich gesteigert und sollte das Ziel 2,5 % des

BIP im Jahr 2006 erreichen. Dr. Consemüller unterstrich aber auch die Bedeutung der außeruniversitären Institute, die ein wesentliches und unverzichtbares Bindeglied zwischen Universitäten und der Industrie sind (Beispiel ÖGI). Die Vereinigung der kooperativen Forschungseinrichtungen (ACR-Austrian Cooperative Research), der auch das ÖGI angehört, erhält in einem gezeigten Vergleich mit anderen außeruniversitären Einrichtungen mit rd. 6 % Basisförderung nur einen vergleichsweise geringen Anteil. Dieser müsse laut Dr. Consemüller in Zukunft deutlich gesteigert werden, wobei ein wesentlicher Punkt dabei auch die Planbarkeit der Mittel über mehrere Jahre sein muss.

Die Tagung wurde durch eine begleitende und sehr interessante Fachausstellung, an der 36 Aussteller aus dem In- und Ausland teilnahmen, bereichert. Darüber hinaus wurde die Möglichkeit geboten, die Einrichtungen und Labors des Österreichischen Gießerei-Institutes (ÖGI) zu besichtigen und sich über die Leistungsfähigkeit und die F&E-Möglichkeiten dieser außeruniversitären Einrichtung zu informieren.



36 Aussteller haben im Foyer über ihr Angebot informiert

Das gesellschaftliche Rahmenprogramm umfasste den schon zur Tradition der Kongressstadt Leoben gehörenden Abendempfang beim Bürgermeister der Stadt Leoben. Dabei konnten die Teilnehmer der Tagung in gemütlicher Atmosphäre weiteren Erfahrungsaustausch mit Fachkollegen betreiben und zahlreiche neue Kontakte knüpfen.



Tagungsausklang mit Umtrunk und Imbiss ...



... in der Versuchsgießerei des ÖGI.

Beendet wurde die Tagung schließlich mit einem Imbiss und einem Bierumtrunk, wetterbedingt in der Versuchsgießerei des Österreichischen Gießerei-Institutes.

## Einen Überblick über die referierten Themen geben die folgenden Kurzfassungen

### Plenarvorträge



VÖG-Vorsitzender KR Ing. Michael Zimmermann eröffnet die 50. Österreichische Gießerei-Tagung



Prominente Besetzung mit Gästen auch aus den Nachbarländern

### Datos|x – Dimensionelles Messen mit phoenix|x-ray Computer Tomographen

Dr. Eberhard Neuser (V), Katrin Groke, Nils Rothe, Dr. Alexander Suppes, phoenix|x-ray Systems + Services GmbH, Wunstorf, D

Computer-Tomographie ist als Prüfverfahren für die Fehlererkennung und die 3-dimensionale Bildgebung in weiten Bereichen der Industrie etabliert. Die Weiterentwicklung dieser Technik zu einem messenden Verfahren stellt einen Entwicklungssprung dar, denn CT-Systeme können nun für umfangreiche Messaufgaben eingesetzt werden. Darüber hinaus ergänzen sie gängige taktile und optische Messverfahren.

Dimensionelles Messen mit CT ermöglicht die zerstörungsfreie Messung von Baugruppen und Bauteilen, die bislang aufgrund ihres Aufbaus nicht mit den gängigen Methoden untersucht und gemessen werden konnten. Die große Anzahl der zur Verfügung stehenden Messpunkte macht aufgrund des Einsatzes von statistischen Verfahren eine Messauflösung kleiner als die Voxelgröße möglich.

Computer-Tomographie-Systeme von phoenix|x-ray decken den Applikationsbereich von großvolumigen Gussteilen bis hin zu Mikromechanik- und Mikroelektronikkomponenten ab. Die geforderten Auflösungen reichen von Millimetern bis hin zu Nanometern.

Neben einem stabilen, auf die Anwendung optimierten, Systemaufbau ist die Datenverarbeitung der Schlüssel für das erfolgreiche Messen mittels Computertomographie. Die von phoenix|x-ray entwickelte Software datos|x beinhaltet alle notwendigen Steuer- und Verarbeitungsfunktionen:

Kontrolle und Kalibrierung des Tomographiesystems – Aufnahme von Projektionsdaten – Schnelle und hochauflösende Rekonstruktion von Volumina – Erzeugung von geometrierichtigen Oberflächendaten des gescannten Objekts – Durchführung von Messungen auf den Oberflächendaten.

Insbesondere der Übergang von einer 3-dimensionalen Volumen-Darstellung auf eine Beschreibung des Objekts mittels der Oberfläche stellt den entscheidenden Schritt dar, denn prinzipbedingte Volumenartefakte (Beamhardening,

Streustrahlung, etc.) stören gängige Oberflächenextraktionsmethoden wie ISO-Grauwert-Verfahren.

Die einzigartige und komplett neu von phoenix|x-ray entwickelte geometriechtige Oberflächenextraktion ist in der Lage, trotz prinzipbedingter Volumenartefakte „richtige“ Oberflächen zu extrahieren.

#### **Anwendung der Computertomographie (CT) im Aluminiumkarosseriebau bei der Audi AG**

Dr. Manfred Sindel (V), Dr. Michael Brodmann, Marion Schmücker, AUDI AG, Qualitätssicherung Neckarsulm, D

Der Beitrag ist auf den Seiten 89 bis 90 dieses Heftes wiedergegeben.

#### **Wie können Eisengießereien auf die Rohstoffsituation reagieren?**

Dr.-Ing. Gotthard Wolf (V), DI Cesare Troglio, Verein Deutscher Gießereifachleute, Düsseldorf, D

Die metallischen Einsatzstoffe beeinflussen nach den starken Preissteigerungen in den vergangenen Jahren ganz wesentlich die Herstellungskosten. Als metallische Einsatzstoffe kommen Stahlschrott, Kreislaufmaterial, Roheisen, Späne, Gussbruch und Ferrolegierungen in Frage. Hier sind Chancen vorhanden, durch Nutzung und Weiterentwicklung alternativer Einsatzstoffe Kosten zu sparen. Die Preise und die Verfügbarkeit der Einsatzstoffe sind sicher die wichtigsten Kriterien bei der Festlegung einer wirtschaftlichen Gattierung. Ohne die Bewertung und Kenntnis der chemischen Analyse und der auf das Schmelzgregat abgestimmten technologischen Eigenschaften der Einsatzstoffe gelingt es nicht, prozesssicher die geforderte Eisenqualität zu erschmelzen.

Der Trend zu hochfesten Stählen im Automobilbau führt mittelfristig zu steigenden Gehalten an perlit- und carbidstabilisierenden Elementen wie Mangan, Chrom und Vanadium im Tiefziehstahlschrott. Diese Gehalte können bei entsprechenden Abkühlungsbedingungen im Gussstück seigern und die Eigenschaften des Werkstoffes negativ beeinflussen. Es wird wichtig, die Grenzen noch genauer auszuloten, bei denen einzelne Elemente oder die Kombinationswirkung mehrerer Elemente sich auf die geforderten Werkstoff- bzw. Bauteileigenschaften negativ auswirken.

Alternativen sind gefragt, um den Pegel störender Elemente nicht steigen zu lassen und Preisänderungen über eine Anpassung der Gattierung aufzufangen.

Chancen bietet der vermehrte Einsatz von Spänen in loser Form oder in Form von Briketts. Eine wichtige Rolle beim Einsatz von Spänen spielen möglichst niedrige Gehalte an Verunreinigungen durch Kühlschmierstoffe. So genannte Mischbriketts bieten die Möglichkeit, auch andere Eisenträger wie Walzzunder oder Schleifschlämme für den Einsatz in der Eisengießerei zu erschließen. Neben einem Bindemittel können solche Briketts auch Kohlenstoff als Energielieferant bzw. Desoxidationsmittel enthalten. Die mechanische Stabilität der Briketts, auch unter den thermischen Belastungen im Kupolofen, ist ein entscheidendes Qualitätsmerkmal, das weiter untersucht und verbessert werden muss.

Der spezifische Einsatz von Roheisen ist in den letzten Jahren kontinuierlich gesunken. Die Konzentration auf wenige Hersteller hat auch die Sortenvielfalt der verfügbaren Gießerei-Roheisen oder vergleichbarer Einsatzstoffe weiter eingeschränkt, aber das Potential im Blick auf definierte Elementpegel nicht vermindert.

Die Gießerei erwarten von ihren Lieferanten sortenreine Einsatzstoffe mit definierten Streubreiten in der chemischen Analyse. Deshalb wird die Zusammenarbeit zwischen Anfallstelle, Recyclingunternehmen und Gießerei immer wichtiger. Steigende Anforderungen können durch eine verbesserte Logistik und Qualitätsüberwachung erfüllt werden. Alternativen setzen sich nur durch, wenn ihre Praxistauglichkeit grundsätzlich aber auch von Fall zu Fall bestätigt wird.

#### **Die österreichische Forschungsstrategie und die Bedeutung der außeruniversitären Forschungseinrichtungen**

DI Dr. Knut Consemüller, Vorsitzender des Rates für Forschung und Technologieentwicklung, Böhler-Uddeholm AG, Wien, A

Österreichs Forschung hat im letzten Jahrzehnt einen rasanten Aufholprozess durchlaufen. Noch nie zuvor wurde in Österreich so viel Geld wie heute in Forschung und Entwicklung investiert. Noch nie hat es so viele Forscherinnen und Forscher gegeben, noch nie so viel Zuversicht, in das Spitzenfeld der Forschung und Innovation in Europa vorzustoßen. Österreich baut auf eine

reiche Tradition von akademischer Forschung an seinen Universitäten, auf die Kreativität seiner IngenieurInnen und auf die industrielle Innovationsfähigkeit, getragen vor allem von klein- und mittelständischen Betrieben. Der Forschungsrat bemüht sich, noch bessere Bedingungen für Forschung und Innovation zu schaffen, aber auch das Bild der Forschung in Österreich in das rechte Licht zu rücken.

Mit der „Strategie 2010 – Perspektiven für Forschung, Technologie und Innovation in Österreich“ hat der Rat für Forschungs- und Technologieentwicklung im letzten Sommer in Alpbach ein neues Positionspapier vorgelegt. Es beinhaltet Leitlinien für die heimische Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik mit dem Zeithorizont 2010 und darüber hinaus.

Die strategische Ausrichtung der Strategie 2010 lässt sich in 3 Leitsätze fassen: Qualität in der Breite forcieren und Exzellenz an der Spitze fördern – Vernetzung und Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft verstärken – Effizienz und Effektivität des Förderungssystems steigern.

In der Ratsstrategie wird die Zusammenarbeit von Akteuren aus der Wissenschaft und Wirtschaft im kooperativen Sektor als essentiell für die Leistungsfähigkeit des Innovationssystems beschrieben. Diese muss daher weiter intensiviert werden. Der Rat empfiehlt daher eine konsequente Fortsetzung der Wachstumsstrategie für den kooperativen Sektor.

Die Forschungsinstitute des ACR und insbesondere das Gießereinstitut hat in seiner über 50-jährigen Geschichte bewiesen, dass sich Forschungsinstitute proaktiv an das sich immer rascher wandelnde politische und wirtschaftliche Umfeld erfolgreich anpassen können und wertvolle Beiträge zur Sicherung und dem Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit ihrer kleinen und mittelgroßen Unternehmungen leisten können.

In den strategischen Handlungsfeldern der Ratsstrategie 2010 wird daher ein erhöhter Mitteleinsatz für F&E nach strategischen Zielsetzungen, wie z. B. kooperativer Forschung gefordert. Durch die gemeinsame Forschung im kooperativen Sektor wird die Leistungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit des Innovationssystems der Mitgliedsfirmen gestärkt und nach der erfreulichen Entwicklung der vergangenen Jahre müssen der weitere Ausbau und die Modernisierung konsequent fortgesetzt werden.

Der Beitrag ist in Heft 3/4 der Giesserei Rundschau 53 (2006), S. 42/43, wiedergegeben.

#### **Intermetallische Titanaluminide: Innovative Hochtemperaturwerkstoffe**

Univ. Prof. DI Dr. mont. Helmut Clemens, Department Metallkunde und Werkstoffprüfung, Montanuniversität Leoben, A

Intermetallische  $\gamma$ -TiAl-Basislegierungen stellen eine neue, vielversprechende Klasse von Strukturwerkstoffen für Hochtemperaturanwendungen dar. Gegenüber konventionellen Titanlegierungen besitzen sie eine höhere Kriechfestigkeit, eine deutlich verbesserte Oxidationsbeständigkeit sowie eine wesentlich höhere spezifische Steifigkeit. Im Vergleich zu Superlegierungen auf Nickelbasis weisen sie nur die Hälfte der Dichte auf. Zu Beginn des Vortrages wird auf den Legierungsaufbau dieser neuen Werkstoffklasse sowie auf die Fortschritte in der Legierungsentwicklung eingegangen. Danach folgt ein Überblick über die Wechselwirkung Gefüge – mechanische Eigenschaften, wobei auch auf Aspekte des Gefügedesigns durch Wärmebehandlungen eingegangen wird. Anschließend wird über die Herstellung und Verarbeitung dieser intermetallischen Werkstoffe berichtet, wobei Gießverfahren im Vordergrund stehen. Ebenso werden die potentiellen Anwendungsfelder dieser neuen Strukturwerkstoffe diskutiert.

#### **Advances in Nondestructive Testing (Zerstörungsfreie Prüfung von Metallen)**

Dr. Beate Oswald-Tranta (V), Univ. Prof. DI Dr. Paul O'Leary, Institute for Automation, Montanuniversität Leoben, A

In vielen technischen Bereichen wird es immer wichtiger, metallische Halbgüter oder fertige Teile zu 100 % auf Qualität zu prüfen. Diese Art von Prüfung muss zerstörungsfrei und wenn sie in die Produktionskette eingegliedert ist, inline und vollkommen automatisiert erfolgen. Ein besonderes Problem stellen seichte Oberflächenrisse dar, die bei der Weiterverarbeitung von Halbgut oder beim Dauerbetrieb von Teilen (z. B. in der Autoindustrie) fatale Fehler verursachen können. Deswegen werden Methoden gesucht, womit man solche Oberflächenrisse in automatischen Prüfvorgängen zerstörungsfrei detektieren kann.

Das thermo-induktive Prüfverfahren entspricht diesen Kriterien und ist für die Rissprüfung von metallischen Materialien sehr gut geeignet. Bei dieser Methode

) Vorgetragen von Dr.-Ing. Wolfram Stets in Vertretung von Dr.-Ing. G. Wolf

wird das Werkstück kurzzeitig induktiv erwärmt und die Temperaturverteilung an der Oberfläche mit Hilfe einer Infrarot-Kamera aufgenommen. Um oberflächennahe Risse herum entsteht ein Wärmestau, der eine zusätzliche Temperaturerhöhung verursacht, die im Infrarotbild sichtbar wird. Auf diese Weise können Oberflächenrisse mit einer Tiefe ab 0,2 mm sichtbar und detektierbar gemacht werden. Die Infrarotbilder werden automatisch durch Computer mit Hilfe von Bildverarbeitungsalgorithmen ausgewertet.

Das Prüfverfahren kann für elektrisch leitende Materialien verwendet werden, in denen Wirbelstrom induziert werden kann. Im Falle von magnetischen Materialien, wie Stahl, fließt der hochfrequent induzierte Wirbelstrom wegen des hohen Permeabilitätswertes nur in einer sehr dünnen Oberflächenschicht (Skinneffekt). Wenn die Tiefe eines Risses vergleichbar mit der Dicke dieser Schicht ist, fließt der Strom „um den Riss herum“. Dies erzeugt eine höhere lokale Stromdichte an den Kanten des Risses, was wiederum eine höhere Temperatur verursacht. Die Temperaturerhöhung an der Risskante hängt von der Tiefe des Risses ab: je tiefer der Riss ist, desto größer ist die Erwärmung. Diese Tatsache ermöglicht es, mithilfe der beobachteten Temperatur auch die Ristiefe zu bestimmen.

Diese Methode wurde ebenfalls für nichtmagnetische Titan-Legierungen getestet und auch in diesem Fall sind Oberflächenrisse in den Infrarotaufnahmen eindeutig identifizierbar.

Das Verfahren kann auch für die Prüfung von langem Gut (Stahlstab, Knüppel, Draht, usw.) im online Betrieb verwendet werden: dabei läuft das Material durch die Induktionsspule und 3-4 Infrarotkameras tasten rundherum die gesamte Oberfläche ab. Diese Technik wurde in industrieller Umgebung getestet und es wurden ausgezeichnete Ergebnisse erzielt. Bei verschiedenen Größen von Proben, angefangen von Draht mit einem Durchmesser von 10 mm bis Stahlstäbe mit einer Kantenlänge von 200 mm wurden Fehler mit einer Ristiefe von 0,2-2 mm im online Betrieb mit einer Durchlaufgeschwindigkeit von 1-2 m/s detektiert.

Die thermo-induktive Methode wurde auch für Schmiedeteile getestet, wobei Schmiedefalten oder Materialrisse automatisch detektiert werden können. Die Vielfalt der Geometrie der Schmiedeteile bedeutet eine weitere Herausforderung für die automatische Auswertung der Infrarotbilder.

**Industrielle Computertomographie zur 3D-Volumenerfassung und Defektanalyse**

DI Alexander Flisch (V), Dr. Raphaël Thierry, DI Peter Wyss, EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt), Dübendorf, CH

Der Beitrag ist auf den Seiten 86 bis 88 dieses Heftes wiedergegeben.

**Fachvorträge Nichteisenguss**



Die Vorträge über Nichteisenmetallguss im Hüttenmännischen Hörsaal waren immer sehr gut besucht.

**Einfluss von Fe und Mn auf die Porositätsbildung in AlSi – Gusslegierungen**

Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Schneider (V), Hydro Aluminium Deutschland GmbH, Bonn, D; Dr. Matthew Otte, Dr. Cameron Dinnis, Dr. John Taylor, CRC for Cast Metals Manufacturing (CAST), The University of Queensland, Brisbane, Australien

Die Schrumpfung während der Erstarrung von AlSi-Gusslegierungen erfordert den Transport von Schmelze, um die Volumenschrumpfung auszuglei-

chen und damit die Entstehung von Porosität zu vermeiden. Dabei ist insbesondere zur Vermeidung von Mikroporosität der interdendritische Schmelzetransport von großer Bedeutung. In AlSi-Gusslegierungen, die hohe Gehalte an Eisen aufweisen, wird der interdendritische Schmelzetransport noch durch die Anwesenheit von Fe-haltigen, intermetallischen Phasen erschwert. Es konnte festgestellt werden, dass das Auftreten von Porosität mit der Bildung von  $\beta\text{-Al}_3\text{FeSi}$ -Platten verbunden ist, die den Schmelzetransport in den interdendritischen Bereichen erschweren. Je nach Si- und Cu-Gehalt der Al-Gusslegierung liegen kritische Fe-Gehalte vor, bis zu denen die Porosität abnimmt bzw. konstant bleibt, darüber hinaus die Porosität wieder ansteigt. Die Ausbildungsform der Schrumpfungsporen wird auch durch den Fe-Gehalt beeinflusst. Bei geringen Fe-Gehalten liegen isolierte Poren vor, während mit steigendem Fe-Gehalt zusätzlich die Ausbildung miteinander verbundener Poren zu beobachten ist. Durch die Zugabe von Mangan kann die Porosität verringert werden. Dies wird in Zusammenhang mit der Bildung der intermetallischen Phase  $\alpha\text{-Al}_{15}(\text{Fe,Mn})_3\text{Si}_{12}$  gesehen, deren Ausbildungsform auch als „Chinesenschrift“ bezeichnet wird. Der Effekt von Mangan ist aber stark vom Eisen- und Kupfer-Gehalt der Legierung abhängig. Ein reduzierender Einfluss von Mangan auf die Porosität kann nur bei hohen Fe-Gehalten (ca. 1 Masse-%) festgestellt werden. Enthält die Legierung noch zusätzlich höhere Gehalte an Kupfer (ca. 3 Masse-%), dann ist Mangan ohne Einfluss auf die Porosität. Der Einfluss von Eisen und Mangan auf die Porosität steht aber nicht nur in Zusammenhang mit der Ausbildung unterschiedlicher intermetallischer Phasen, sondern auch mit deren Einfluss auf die Größe des eutektischen Gusskornes. Steigende Fe-Gehalte vergrößern das eutektische Gusskorn durch Verringerung der Keimbildungsdichte, während der Zusatz von Mangan diesen Effekt etwas aufhebt. Es ist davon auszugehen, dass die Permeabilität in der breiigen Zone während der Erstarrung des Eutektikums durch die Größe der eutektischen Körner wesentlich beeinflusst wird. Das Ausmaß der Porosität in AlSi-Gusslegierungen wird demnach wesentlich durch die Feinheit des eutektischen Kornes und die Feinheit und die Morphologie der Fe-haltigen, intermetallischen Phasen bestimmt. Enthält die Legierung höhere Gehalte an Kupfer, ist die Bildung der Cu-haltigen Phase  $\text{Al}_2\text{Cu}$  auch von Einfluss auf die Porosität.

**Konzepte zur Entwicklung hochfester Aluminium-Gusslegierungen**

DI Annegret Franke (V) Hydro Aluminium Deutschland GmbH, D, Dr. Blanka Lenczowski, EADS Deutschland GmbH, München, D; DI Thomas Pabel, Univ. Prof. Dr.-Ing. Peter Schumacher, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, A

Übergeordnetes Ziel der Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der metallischen Strukturen ist die Bereitstellung von Fertigungstechnologien und Strukturkonzepten für sichere, leichtere und vor allem kostengünstigere Flugzeugbauteile. Insbesondere Gießen minimiert die Fertigungsschritte und damit die Herstellungskosten. Allerdings sind Gussbauteile im Vergleich zu Walz- und Schmiedeprodukten hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften benachteiligt. Dies steht einem breiten Einsatz von Gussbauteilen im Flugzeug entgegen. Jedoch bieten dünnwandige Gussbauteile aus optimierten Legierungen ein hohes Potential zur Gewichtsersparnis. Die folgenden Ansätze zur Entwicklung von neuen hochfesten Aluminium-Gusslegierungen für dünnwandige, komplexe Gussbauteile sind daher vielversprechend:

Basierend auf den Systemen Al-Zn-Mg-Cu und Al-Cu-Mg wurden zunächst hochfeste Gusslegierungen definiert. Weiterhin erfolgten die Auswahl, die Konzeption und die Herstellung geeigneter Kokillen zur Bewertung der gießtechnologischen Eigenschaften. Die Gießereigenschaften und mechanischen Eigenschaften der definierten Legierungen wurden mit der Standardlegierung EN AC-AlSi7Mg0.6 verglichen und diskutiert. Speziell die Legierung basierend auf Al-Zn-Mg-Cu mit Zusätzen von Si und Ni ist zur weiteren Optimierung geeignet, da sie der Standardlegierung AlSi7Mg0.6 hinsichtlich Fließvermögen und Härte überlegen ist.

**Herausforderung Leichtbau im Pkw**

Dr. Anton Stich (V), Dr.-Ing. Wilhelm Schneider, AUDI AG, Ingolstadt, D

Wer heute ein neues Automobil entwickeln will, der steht vor einer Vielzahl von Herausforderungen und zum Teil auch widersprüchlichen Anforderungen. So sollen neue Automobile leistungsstärker als ihre Vorgänger sein, aber nicht mehr Kraftstoff verbrauchen und schärfere Emissionsgrenzwerte einhalten. Neue Automobile sollen hochwertiger, attraktiver und technisch innovativer als das Vorgängermodell sein, aber auch zuverlässiger und nicht mehr kosten. Und sie sollen steifere und crashfestere Karosserien und eine bessere Sicherheitsausstattung haben, aber nicht schwerer werden. In der Realität nimmt das Gewicht neuer Automobile aber von Modell zu Modell zu. Die wesentlichen Verursacher sind Anforderungen aus Gründen der Sicherheit, Gesetzesvorgaben, Komfort, Qualität und gestiegene Fahrzeugabmessungen.

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen Fahrzeuggewicht und Kraftstoffverbrauch vor dem Hintergrund der Zusage der europäischen Automobilhersteller zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung, so wird deutlich, dass der Leichtbau neben der Antriebstechnik die Zukunftsdisziplin im Automobilbau ist. Mehrkosten für den Leichtbau können aber nur in ganz begrenztem Umfang an den Kunden weitergegeben werden, denn die unsichtbaren Werte eines Automobils sind dem Kunden meist schwerer zu vermitteln, als Merkmale wie Leistung, Sicherheit oder Komfort. Leichtbau ist daher immer eine Frage der Kosten und der Preis entscheidet häufig die Werkstoff- und Verfahrensauswahl.

Audi hat bereits vor mehr als zwanzig Jahren die Weichen in Richtung konsequenter Leichtbau gestellt, als man beschloss, sich intensiv mit einer Vollaluminiumkarosserie zu beschäftigen. Ein besonderes Merkmal der Audi-Space-Frame-Bauweise (ASF) aus Aluminium ist ihr Halbzeugmix aus Guss, Blechen und Profilen, wobei eine kleine Anzahl großer multifunktionaler Gussbauteile zum Einsatz kommt. Die optimale Gestaltungsfreiheit des Gießens wird aber auch in Fahrwerk und Antrieb genutzt, um Gewicht zu reduzieren. Fahrwerksbauteile, wie Schwenklager, Radträger oder Trapezlenker werden abhängig von den technischen und ökonomischen Anforderungen als Guss-, Schmiede- oder Blechteile aus Aluminium- oder Eisenwerkstoffen hergestellt. Im Antrieb werden vermehrt auch stark belastete Motorblöcke mit hohen Spitzendrücken mit Aluminium realisiert. Die zunehmende konstruktive Komplexität der Gussbauteile und die hohen mechanischen Belastungen stellen dabei hohe Anforderungen an die Werkstoffeigenschaften und die Gießtechnologie. Die Aufnahme der Gießsimulation in den Standardentwicklungsablauf inklusive Koppelung mit der Festigkeitsberechnung wird daher immer wichtiger. Der Vortrag gibt einen Überblick über den Leichtbau mit Gusswerkstoffen im Automobil anhand von ausgewählten Beispielen.

#### **Wärmebehandlung von Kokillengussbauteilen der Legierungsgruppe AlSiMg**

DI Georg Dambauer (V), Vöcklabrucker Metallgießerei, Alois Dambauer GmbH, Vöcklabruck, A; DI Thomas Pabel, Univ. Prof. Dr.-Ing. Peter Schumacher, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, A

Der Beitrag ist in Heft 3/4 der Giesserei Rundschau 53(2006), S. 50/56, wiedergegeben.

#### **MAXXALLOY® – Eine Werkstoffgruppe für hochwertige Druckgussanwendungen**

Ing. Günther Trenda (V), DI Andreas Kraly, Aluminium Lend GmbH & Co KG, Lend, A

DI Thomas Pabel, DI Horst Rockenschau, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, A

AlMgSi-Druckgusslegierungen bieten den großen Vorteil, dass bereits im Gusszustand hervorragende mechanische Eigenschaften erreicht werden können. Besonders Zugfestigkeit und Bruchdehnung liegen auf einem Niveau, welches bisher nur durch Einsatz von aushärtbaren Legierungen sowie Durchführung einer Wärmebehandlung erreicht werden konnte. Die Steigerung der verhältnismäßig geringen Dehngrenze dieses Legierungstypen sowie die Verbesserung des Ausformverhaltens war Ziel eines Forschungsprojektes bei der SAG-Tochter Aluminium Lend GmbH + Co KG.

##### **1. MAXXALLOY-STRUCTURE®**

Die Legierung MAXXALLOY-STRUCTURE® (AlMg5Si2MnCr) wurde speziell für die Anwendung im Druckguss entwickelt. Aus MAXXALLOY-STRUCTURE® hergestellte Gussteile besitzen bereits im Gusszustand ausgezeichnete mechanische Eigenschaften wie Festigkeit und Duktilität. Die Kombination von Mangan und Chrom reduziert die Klebeigung im Werkzeug und verringert den Gussteilverzug aufgrund erhöhter Warmfestigkeit beim Ausformen, dadurch bietet sich der Einsatz von MAXXALLOY-STRUCTURE® besonders zur Herstellung dünnwandiger Druckgussteile an. Die verhältnismäßig geringe 0,2%-Dehngrenze ist für AlMg-Legierungen typisch.

##### **2. Steigerung der mechanischen Eigenschaften**

Durch Zulegieren von Metallen wie Zirkonium oder Chrom kann die 0,2%-Dehngrenze gesteigert werden. MAXXALLOY-STRUCTURE® enthält zwischen 0,1 und 0,3 Gewichts-% Chrom, damit wird die Klebeigung reduziert, die 0,2%-Dehngrenze ist verglichen mit einer chromfreien Legierung um etwa 10 bis 15 MPa höher.

Leicht lösliche Legierungselemente wie Cer und Lanthan wurden bisher ausschließlich zur Verbesserung der Kornfeinung in Knetwerkstoffen bzw. in Versuchen als Veredelungsmittel für AlSi-Gusslegierungen eingesetzt.

Die Zugabe von 100 – 500 ppm Cer bzw. Lanthan steigert, abhängig von der Wanddicke bzw. der Erstarrungsgeschwindigkeit, die 0,2%-Dehngrenze von MAXXALLOY-STRUCTURE® von 160 MPa auf 190 bis 230 MPa.

##### **3. MAXXALLOY@-ULTRA©**

Das Ergebnis dieser Entwicklungen ist die Legierung MAXXALLOY@-ULTRA©. Diese Legierung bietet die technologischen Vorteile der MAXXALLOY-STRUCTURE®, jedoch mit deutlich gesteigerter 0,2%-Dehngrenze bzw. Zugfestigkeit. Im Rahmen der Legierungsweiterentwicklung wurden die Gehalte von Magnesium und Silizium etwas angehoben, in Druckgussversuchen konnten dadurch verbesserte Gießereigenschaften nachgewiesen werden.

#### **Festigkeitssteigerung bei der Legierung 226 durch gezielte Wärmebehandlung**

DI Horst Rockenschau (V), DI Thomas Pabel, DI Georg Geier, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, A, DI Michael Hopfinger, KTM Sportmotorcycle AG, Mattighofen, A

Die vorliegende Untersuchung stellt eine Korrelation zwischen unterschiedlichen Auslagerungstemperaturen und den statischen, mechanischen Eigenschaften her. Insbesondere wurde der Einfluss von variierenden Auslagerungstemperaturen untersucht. Durch die Auslagerung bei erhöhten Temperaturen bis zu 240°C kann die für die Selbsthärtung benötigte Zeit von einigen Tagen signifikant verkürzt und das erzielbare Niveau der statischen mechanischen Eigenschaften erhöht werden. Durch die Kenntnis der GPR-Funktion (einer Approximation der maximal erzielbaren Festigkeiten) kann eine maximale Dehngrenze berechnet werden bzw. durch den Parameter P aus dem Shercliff-Ashby-Modell kann bei gewählter Zeitbasis die einzustellende Auslagerungstemperatur gewählt werden.

Die Ergebnisse zeigen somit die Möglichkeit auf, gezielt und reproduzierbar mechanische Kennwerte von Druckgussteilen aus der Legierung AlSi9Cu3(Fe)(Zn) durch eine geeignete Temperatur- und Zeitwahl bei der Warmauslagerung einzustellen bzw. zu berechnen. Bei Auslagerungstemperaturen über 200°C können somit Wärmebehandlungszeiten von 0,5 bis 2 h ausreichen, um bestimmte Festigkeitseigenschaften einzustellen.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse sind auch dann hilfreich, wenn bei Gussteilen im Einsatz Betriebstemperaturen von größer 120°C erreicht werden. Durch eine vorhergehende, sinnvolle und auf eine spätere Betriebs- oder auch Vollast-Temperaturbelastung abgestimmte Warmauslagerung wird bei gezieltem Überschreiten des Festigkeitsmaximums der Werkstoff stabilisiert und kein Duktilitätsminimum mehr durchfahren.

#### **Simulation der Werkzeugschädigung von Dauerformen**

Gerald Widgegger (V), Georg Fischer GmbH & Co KG, Altenmarkt, A; Dr. Thomas Antretter, Institut für Mechanik, Montanuniversität, Leoben, A; DI Werner Ecker, Univ. Prof. Dr. Reinhold Ebner, DI Mario Leindl, DI Dr. Stefan Marsoner, Materials Center Leoben, A; DI Peter Hofer, DI Dr. techn. Erhard Kaschnitz, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, A; Dr. Ingo Siller, Böhler Edelstahl GmbH, Kapfenberg, A; DI Roland Treitler, Georg Fischer Druckguss GmbH, München, D

Die Leichtmetallguss-Industrie befindet sich unter zunehmendem Druck, da auf der einen Seite vom Kunden wesentlich höhere Werkzeugstandzeiten gefordert werden, um die Projekt-Gesamtkosten zu senken, andererseits neue Al-Legierungen verstärkt am Markt eingesetzt werden, welche – im Vergleich zu Standard-Al-Legierungen – eine deutlich niedrigere Standzeit bedeuten. Darüber hinaus treten manchmal Schäden an Werkzeugen auf (Gewaltbrüche, -risse), deren Ursachen nicht eindeutig erkennbar sind und die zum schlagartigen Ausschneiden des Werkzeuges führen können.

Aus diesem Grund wurde ein Projekt ins Leben gerufen, welches – unter der Mitarbeit des Österreichischen Gießerei-Institutes, des Material Centers Leoben, der Montanuniversität Leoben und als Industriepartner der Firmen Böhler Edelstahl und Georg Fischer Automotive – versucht, Ursachen und Schädigungsmechanismen zu verstehen, diese durch Simulationsmethoden nachzuvollziehen und letztendlich schon in der Projektphase eines neuen Bauteils Rückschlüsse auf mögliche Schädigungen und kritische Stellen ziehen zu können. Ein weiteres Ziel ist es, Werkzeugstähle entsprechend der möglichen Schädigungen hin zu optimieren bzw. neu zu entwickeln.

Folgende Schädigungen können an Dauerformen auftreten:

Brandrisse / Spannungs- oder Gewaltrisse / Ausschwemmungen / Kavitation.

Sind bei Ausschwemmungen und Kavitation die Ursachen meist bekannt und durch entsprechende Werkzeugauslegung oft auch verhinderbar, so kennt

man bei Brandrissen zwar die grundsätzlichen schädigenden Mechanismen, kann diese jedoch vorab nur schwer lokalisieren bzw. können tiefgreifende Spannungsrisse kaum vorhergesagt werden.

Um Simulation und Realität abgleichen zu können, wurde ein Druckgieß-Werkzeug ausgewählt, welches sich in einer Groß-Serienproduktion befindet und wiederholt das Schädigungsbild von Brand- und Spannungsrissen zeigt. Werkzeugseitig wurden eine zur Verschrottung freigegebene Formeinsetzgar-nitur zersägt, die unterschiedlichen Arten von Rissen vermessen und im Schliffbild dargestellt, weiters ein Härte-, Zähigkeits- und Gefügeprofil über den kompletten Werkzeugquerschnitt erstellt und die Materialkennwerte an Zug- und Kerbschlagversuchen ermittelt. Die Werkzeuggeometrie wurde einer Wärmebehandlungssimulation unterzogen, um das Härte- und Gefügeprofil verifizieren zu können.

Mittels Gieß-Simulationssoftware (MAGMA, Flow-3D) wurde ermittelt, welche lokalen Einflüsse (Temperatur, Fließgeschwindigkeit, Gießdruck) beim Gießprozess auf das Werkzeug wirken und versucht, diese Werte an ein FEM-Modell zu übergeben. Bei der FEM-Rechnung ist die große Herausforderung neben der realistischen Definition aller Randbedingungen die Einbindung der gültigen Materialmodelle (Fließbedingungen, Ver- und Entfestigungen, Phänomene wie Bauschinger Effekt, Ratchetting, . . . , Kriechen) und die zweckmäßige Vernetzung der doch recht komplexen Werkzeug-Gesamtgeometrie. Zur weiteren Bestätigung (Abgleich) der ersten Ergebnisse wurde ein neues Druckgieß-Werkzeug noch vor dem ersten Abguss instrumentiert (Dehnmess-Streifen an allen Werkzeugbereichen und kritischen Stellen, Temperaturfühler und Wärmebildaufnahmen, Drucksensoren), um die Realbedingungen vor Schadensauftritt zu dokumentieren.

Der Vortrag soll einen Einblick in die grundsätzliche Vorgehensweise des bis 2010 laufenden Projektes geben und erste Zwischenergebnisse darstellen.

## Fachvorträge Eisenguss

### **Einfluss von Gefügeabweichungen auf die zyklischen Werkstoff-eigenschaften von Gusseisen mit Kugelgraphit**

Dr.-Ing. Wolfram Stets, Verein Deutscher Gießereifachleute, Düsseldorf, D

Die Gefügemerkmale von GJS weisen in realen Gussstücken eine gewisse Variationsbreite auf. Dabei auftretende Gefügeabweichungen können Grund für Diskussionen zwischen Gießerei und Kunde sein. Im Rahmen von im IfG durchgeführten Arbeiten wurde der Einfluss von Gefügeabweichungen auf die Schwingfestigkeit von GJS untersucht.

Für die Untersuchungen wurden 65 mm dicke quaderförmige Probekörper aus GJS-400-15 und GJS-700-2 mit folgenden Gefügeabweichungen gegossen: Verringerte Nodularität der Graphitkugeln, interzellularer Graphit, Zellgrenzen-carbide und Graphitflotation. Aus allen Probekörpern wurden Proben herausgearbeitet, an denen Zug-Druckwechselversuche, Umlaufbiegeversuche und 4-Punkt-Biegeversuche durchgeführt wurden. Der Vergleich der Schwingfestigkeiten der beiden GJS-400 Basiswerkstoffe zeigt für den Zustand mit der höheren Graphitkugelzahl etwas höhere Werte. Der GJS-700 Basiswerkstoff hat erwartungsgemäß eine höhere Schwingfestigkeit. Die beiden GJS-400 Legierungen mit 60 und 70 % Nodularität zeigen keine verringerte Schwingfestigkeit im Vergleich zur Basislegierung mit einer Nodularität von 84 %. Die durchgeführten Untersuchungen zeigten weiterhin, dass bis 1,25 % interzellularer Graphit im Gefüge von Gusseisen mit Kugelgraphit keinen deutlichen Einfluss auf die Schwingfestigkeit hat. Bei Bauteilversuchen an Pleueln aus GJS-700 mit etwa 7 % interzellularem Graphit war demgegenüber eine Verringerung der Zug-Druck-Wechselwirkung von ca. 30 % zu verzeichnen. Die in den beiden Gusseisensorten eingestellten Zellgrenzen-carbide (Gehalte um 1 %) haben keinen signifikanten Einfluss auf die Schwingfestigkeit. Graphitflotationen haben demgegenüber einen Einfluss auf die Schwingfestigkeit von GJS. Es wurde eine Reduzierung von 10 % festgestellt. Eine GJS-400 Legierung wurde mit einem erhöhten Anteil an nichtmetallischen Einschlüssen hergestellt. Bei diesem Gefügestand wurde ebenfalls eine Reduzierung der Schwingfestigkeit um ca. 10 % beobachtet.

Die durchgeführten Untersuchungen bieten die Möglichkeit, den Einfluss verschiedener Gefügeabweichungen auf die Schwingfestigkeit von Gusseisen mit Kugelgraphit abzuschätzen. Damit steht den Gießereien eine Argumentationshilfe für die Tolerierung geringer Anteile derartiger Gefügeabweichungen zur Verfügung.

### **Vom Lamellen- zum Vermiculargraphit: Morphologie und mechanische Eigenschaften im Übergangsbereich**

DI Thomas Willidal (V), DI Georg Geier (V), DI Werner Bauer, Univ. Prof. Dr.-Ing. Peter Schumacher, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, A

Durch die Zugabe der Modifikatoren Magnesium, Cer und Lanthan kann eine Einformung des Graphits im Gusseisen bewirkt werden. Diese resultiert, je nach Zugabemenge, Impfniveau und Zusammensetzung des Gusseisens, in der Bildung von einer breiten Palette von Graphitmodifikationen, die bis hin zum Kugelgraphit reichen kann, aber auch einige Zwischenstufen zeigt. Die im Übergangsbereich GJL zu GJV erhaltenen Gefüge wurden nach Tiefätzung im Rasterelektronenmikroskop (REM) untersucht, um die dreidimensionale Struktur des Graphits sichtbar zu machen. Die Unterschiede der einzelnen Modifikatoren Magnesium, Cer und Lanthan beschränken sich bei konstantem Impfniveau nicht nur auf die Größe des Konzentrationsbereichs, der als Übergang anzusehen ist, sondern auch auf die dabei gebildeten Graphitpartikel. Insbesondere die unter geringer Modifikatorkonzentration gebildeten Lamellen unterscheiden sich bezüglich ihres Längen/Dicken-Verhältnisses.

Der Übergangsbereich der Graphitmorphologie von Lamelle zu Vermikel bildet den Berührungspunkt zwischen dem Bestreben in der Herstellung von in den mechanischen Eigenschaften optimiertem Grauguss und der Herstellung von Gusseisen mit Vermikulargraphit. Am Österreichischen Gießerei-Institut werden zwei Projekte bearbeitet, die sich diesen beiden Gebieten widmen und so Gemeinsamkeiten im Bereich des Morphologieübergangs aufweisen.

Im Schrifttum wurde (basierend auf den Arbeiten von A. Collaud u. a.) ange-regt, die mechanischen Eigenschaften von GJL durch „Rundung“ der Lamellen zu steigern. Es wurde die Wirkung von Cer und Magnesium als Modifikator untersucht. Eine Schmelzbehandlung mit Cer bewirkt aufgrund steigender Unterkühlung eine merkbare, aber auch immer unvollständige Verkürzung der Graphitlamellen. Es konnte jedoch weder eine „Kompaktierung“ der Lamellen noch eine Rundung der Lamellenspitzen oder positive Auswirkung auf die mechanischen Eigenschaften beobachtet werden. Versuche mit einer Magnesiumunterbehandlung zeigten, dass es zu einer Ausbildung von kompakten Lamellen in einem sehr engen Prozessfenster, verbunden mit einer Ab-nahme der Teilchendichte und signifikanten Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, kommt. Die Teilchendichte kann somit als objektivierbare Messgröße für den Erfolg der Behandlung herangezogen werden. Weiters zeigen die mit Magnesium behandelten Proben, im Gegensatz zu den mit Cer behandelten, eine deutliche Erhöhung der eutektischen Kornzahl.

### **Aufbau und Auslegung von Induktions-Schmelzöfen**

Oliver Schmitz (V), Dr. Erwin Dötsch, ABP Induction Systems GmbH, Dortmund, D

Im Schmelzbetrieb von Gießereien hat die Induktionstechnologie breite Anwendung gefunden. Sie erfüllt weitgehend den Anforderungskatalog an moderne Gießereien. Wichtige Voraussetzungen zum Erreichen dieser Ziele sind die Kenntnisse der Grundlagen der Induktionstechnologie.

#### Induktive Energieübertragung

Die Energieübertragung bei Induktionsöfen beruht darauf, dass das chargierte Material, das üblicherweise aus elektrisch leitendem Metall besteht, in eine mehrwindige Spule eingebracht wird, die von einem Wechselstrom durchflossen ist. Das vom Spulenstrom verursachte magnetische Wechselfeld erzeugt nach dem Induktionsgesetz Spannungen im Einsatzmaterial, aus denen aufgrund der Leitfähigkeit des Metalls Wirbelströme entstehen. Der induzierte Strom führt nach dem Jouleschen Gesetz zur Erwärmung und nach entsprechender Aufheizung zum Schmelzen des chargierten Materials.

#### Anlagenaufbau

Die Ofenanlage setzt sich aus vier Teilen zusammen.

Der mechanische Teil besteht aus dem Ofenkörper einschließlich der Feuerfestzustellung und dem Kippschemel mit der Hydraulik. Die elektrische Versorgung wird durch den Stromrichtertransformator, den Frequenzrichter, die Kondensatorbatterie, die Stromleitung sowie die Ofenspule gebildet. Die Leittechnik wird aus Wiegeeinrichtung und Prozesssteuerung gebildet. Die Anlage wird durch die peripheren Komponenten wie Rückkühlleinrichtung, Chargiersystem, Rauchgasabsaugung und Abschlackeinrichtung komplettiert.

#### Auslegung von Leistung, Fassungsvermögen und Frequenz

Bei der Auslegung von Mittelfrequenz-Schmelzanlagen werden zunächst für die vorgegebenen Produktionsanforderungen Ofenanzahl, Ofenleistung, Ofenfassungsvermögen und damit die Leistungsdichte festgelegt.

Die Betriebsfrequenz  $f$  wird dann nach verfahrenstechnischen Kriterien mit dem Ziel bestimmt, eine optimale Badbewegung für den im jeweiligen MF-Ofen durchzuführenden Prozess einzustellen. Für das Schmelzen von Gusseisen und Aluminium haben sich in der Praxis Leistungsdichten von 600 bis 1000 kW/t und Frequenzen im Bereich von 170 bis 300 Hz als sinnvoll erwiesen.

### Ofenleistung

Für die Bestimmung der erforderlichen Ofenleistung ist die größte geforderte Schmelzleistung maßgebend. Bei der Auslegung sind alle zu erwartenden Verluste zu berücksichtigen.

### Fassungsvermögen

Nach Festlegung der Ofenleistung wird das Fassungsvermögen entsprechend der gewünschten Leistungsdichte ausgelegt. Dabei ist besonders das geforderte Abstichgewicht zu berücksichtigen, das durch die Größe der Transportpfannen und eventuell nachgeschaltete Warmhalteaggregate oder die benötigte Schmelzemenge für größere Gussteile beeinflusst wird.

### Frequenz

Die Frequenz wird im Zusammenhang mit der gewählten Leistungsdichte für die im Einzelfall anstehende Verfahrenstechnik entsprechend ausgelegt.

### Schwere Stahlgussteile als Schlüsselkomponenten für Offshore Schiffe – Fördern, Lagern, Verladen, alles in einem Schiff

DI Helmut Schwarz, DI Reinhold Hanus (V), Ing. Erich Aistleitner, voestalpine Giesserei Linz GmbH, Linz, A

Die Gießereigruppe der voestalpine in Linz und Traisen erzeugt schweren Stahlguss für Dampf- und Gasturbinen, Kompressoren für die Öl- und Gasförderung sowie für die chemische Industrie, den Maschinenbau und für die Offshoretechnik.

Dieser Vortrag zeigt am Beispiel eines 142 Tonnen schweren Kardangelens für ein Offshore-Schiff den Ablauf eines Projektes, beginnend von der Auftragsverhandlung, den Werkstoff- und Prozessqualifikationen, Fertigungsablauf und begleitende Qualitätssicherung, Fertigbearbeitung bis zum Zusammenbau und zur Dokumentation.

Aus großen Meerestiefen wird Erdöl zunehmend mit Spezialschiffen, die gleichzeitig als schwimmende Bohr- und Lagerstationen dienen, gefördert. Für einen solchen Spezialtanker, der ab 2006 vor der Küste Westaustraliens eingesetzt wird, lieferte die voestalpine Gießerei Linz ein 142-Tonnen-schweres Kardangelen.

Die Erschließung neuer Öl- und Gasvorkommen im Meeresboden wird immer schwieriger, da die Ölfelder in seichten Gebieten vielfach erschöpft sind. Darüber hinaus haben die Proteste von Umweltschützern – nach den Versuchen der Ölkonzerne, die riesigen Bohrschiffe am Ende der Fördertätigkeit einfach auf hoher See aufzugeben – dazu geführt, dass als neues Konzept für die Bohrung und die Ölförderung wiederbenutzbare, schwimmende Spezialschiffe, so genannte FPSOs (Floating Production, Storage and Offloading Vessels) entwickelt wurden.

Dabei handelt es sich um großtankerähnliche Schiffe mit einem Eigengewicht von bis zu 250.000 Tonnen, die am Meeresboden mit Stahlseilen fix verankert sind. Über eine Leitung wird Wasser in das unterirdische Ölfeld gepumpt, wodurch über eine zweite Leitung das Erdöl aus dem Meeresboden an Bord gepresst wird. Dort wird es solange gelagert, bis ein anderer Tanker längsseits anlegt, um das Öl zu übernehmen.

Damit das Schiff auf dem Meer die Position beibehalten kann, ist es mit Hilfe eines Kardangelens mit dem Fördersystem verankert. Diese Verankerung ist jederzeit lösbar. Das 142 Tonnen schwere Gelenk besteht aus insgesamt drei einzelnen Gussteilen. Über 10 Monate dauert der gesamte Prozess – vom Modellbau angefangen über das Formen und Gießen bis hin zur Nachbearbeitung und dem Assembling.

Besonders wichtig ist dabei die lückenlose Dokumentation, denn die Auflagen für die Werkstoffqualifikation, Dokumentation und die Qualitätssicherung sind im Offshore-Business um ein Vielfaches strenger als in anderen Bereichen.

Das zusammengebaute Kardangelen wurde über die Donau nach Antwerpen verschifft, dort auf einen Hochseefrachter umgeladen und nach Dubai geliefert, wo es als Teil einer 1.500 Tonnen schweren Bohr- und Verankerungsstation eingebaut wird. Dieses Modul wurde dann nach Südkorea gebracht, wo der FPSO-Tanker gebaut wurde. Nach der Montage der Bohr- und Verankerungsstation am Bug des 400-Meter-Riesen geht's ab in Richtung Australien, vor dessen Küste im Spätsommer 2006 mit der Ölförderung im Rahmen des Enfield-Projekts begonnen werden soll.

Die Abwicklung eines solchen Projekts bedarf der lückenlosen Zusammenarbeit aller Beteiligten, vom Kunden über die Third Party, die Gießerei und den Fertigbearbeitungsbetrieb.

### Kann weniger mehr sein? Optimierung eines Sphärogussbehandlungsprozesses

DI Alexander Mayr (V), Ing. Johann Girardi, Eisenwerk Sulzau-Werfen, R. & E. Weinberger AG, Tenneck, A

Das 1770 gegründete Eisenwerk Sulzau-Werfen begann 1850 mit der Fertigung von Walzen für die Stahlindustrie. Heute zählt das ESW auf Grund seines technologischen Standards und seines Know-hows zu den führenden Walzengießereien der Welt.

Die gegossenen Walzen werden im Verbundgussverfahren hergestellt und bestehen aus einem verschleißfesten Mantelwerkstoff und einem zähen Kernwerkstoff aus Sphäroguss. Die Sphärogussbehandlung erfolgt im Übergießverfahren.

Der extreme Anstieg der Sphärogussproduktion in den letzten zehn Jahren bedingte die Optimierung der Behandlungsmethode bezüglich Umwelt, Qualität und Kosten.

Auf Grund der Standortstrategie des ESW soll nun die Steigerung der Produktionskapazität am Standort Tenneck unter Einhaltung der Umwelt- und Arbeitssicherheitsstandards weiter vorangetrieben werden. Die Abstichmengen je Behandlungsvorgang überschreiten mittlerweile 30t Flüssigeseisen je Vorgang. Die damit einhergehenden Probleme in der Arbeitssicherheit auf Grund der hohen Staubbelastung erzwingen Optimierungsschritte.

In ausgedehnten Versuchsreihen wurden die Auswirkungen der Vorlegierungstypen und deren Korngrößen auf die Werkstoffeigenschaften und die Umweltbedingungen erarbeitet. Durch die zügige Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse konnten der Magnesiumeinbringungsgrad nahezu verdoppelt, die Mikrostruktur des Sphärogusses optimiert, die Kosten deutlich gesenkt sowie die Arbeitsplatz- und Umweltsituation durch eine Verringerung der Staubbelastung auf weniger als ein Drittel der Ausgangssituation verbessert werden.

### Chunky-Graphit, Entstehung und Auswirkungen

Dipl.-Ing. Lars-Erik Björkegren (V), Rikard Källbom, Svenska Gjuteriföreningen, Jönköping, S, Kenneth Hamberg, Chalmers University, Göteborg, S

Aufbauend auf das Schrifttum wurden Versuche über die Entstehung und das Wachstum von Chunky-Graphit in Gusseisen mit Kugelgraphit mit hohem Siliciumgehalt durchgeführt, welche die Schrifttumsberichte bestätigten. Durch das Auftreten von Chunky-Graphit werden die Zugfestigkeit und Bruchdehnung drastisch vermindert, während die 0,2%-Dehngrenze und Härte nicht beeinträchtigt werden. Niedriges Kohlenstoffäquivalent, geringe Gehalte der Seltenerdmetallelemente (SE) und die Anwendung von Kühlkokillen verhindern in der Regel die Chunky-Graphitbildung weitgehend. Die Reinheit des Basiseisens wirkt sich auf die zulässigen SE-Konzentrationen dahingehend aus, dass sehr reine Einsatzmaterialien, in Kombination mit einem SE-Überschuss, die Entstehung von Chunky-Graphit begünstigen.

An den Testgusstücken mit Wanddicken von 10 bis 200 mm wurde der Erstarrungsablauf mittels Abkühlkurven verfolgt. Die Makro- und Mikrogefügeausbildung der Bereiche mit Chunky-Graphit und deren Graphitmorphologie wurden an Schlifflinien am Lichtmikroskop sowie an tiefgeätzten Proben am Rasterelektronenmikroskop untersucht. Das Sichtbarmachen der Seigerungen durch Farbbätzungen lieferte Informationen über den Erstarrungsablauf.

Der Chunky-Graphitanteil nimmt zwar generell mit steigender Wanddicke zu, gelegentlich wurde Chunky-Graphit aber auch in nur 10 mm Wanddicke beobachtet. Die Chunky-Graphitbildung beginnt an einer relativ scharf abgegrenzten Isotherme der Erstarrungsfront durch Wachstum einzelner eutektischer Zellen. An deren Peripherie werden die Graphitausscheidungen dann deutlich gröber und gehen schließlich völlig in Kugelgraphit über. Die Farbbätzungen zeigten, dass die Sphärolithe hauptsächlich in den am stärksten geseigerten Bereichen liegen. Dies legt nahe, dass der Chunky-Graphit früh in der eutektischen Erstarrung, vor der Kugelgraphitbildung, entsteht.

### Ausscheidungen in GJL-Schmelzen – keimbildungsfördernd?

Prof. Dr.-Ing. Babette Tonn (V), DI Andrea Sommerfeld, Technische Universität Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, D

Durch den Vorgang des Impfens der Schmelze mit geeigneten Impfmitteln, die üblicherweise Ferro-Silizium-Legierungen sind, werden Fremdsubstrate in die Schmelze gebracht, an denen der Graphit ankrystallisieren kann. In der Mehrzahl der Gießereien ist übliche Verfahrenspraxis, die Zugabemenge eines als geeignet getesteten Impfmittels über die gesamte Produktion unterschiedlicher Gussteile konstant zu halten.

Auf Veränderungen des metallurgischen Ausgangszustands der Schmelze im Sauerstoffgehalt, der Veränderungen des Keimzustands und des Keimhaushalts nach sich zieht, wird durch Veränderung der Impfmittelmenge oder -zusammensetzung nicht reagiert. Mögliche Folgen sind Lunker, Abweichungen im Gefüge und resultierende Änderungen der mechanischen Eigenschaften.

Zur Beschreibung der Kristallisation von Gusseisen mit Lamellengraphit existiert eine Vielzahl von Modellen, von denen bis heute keines in ausreichender Weise die Keimbildung in Abhängigkeit vom Ausgangs- und Impfstadium der Schmelze beschreibt. Irreguläres Wachstum der Austenit- und Graphitphase wird nicht erfasst. So können das Gefüge und die resultierenden mechanischen Eigenschaften nicht quantitativ vorhergesagt werden. Eine Ursache dafür ist, dass nur wenige Erkenntnisse zu den Grundlagen der Keimbildung, wie Zusammensetzung und Morphologie keimwirksamer Fremdsubstrate, vorliegen.

Um die Frage nach für die heterogene Keimbildung notwendigen Fremdsubstraten zu beantworten, werden Untersuchungen an Proben aus EN-GJL-200

im ungeimpften und geimpften Zustand mit verschiedenen Impfmitteln und bei verschiedenen Sauerstoffgehalten (20-40ppm und 70-100ppm) durchgeführt.

Die Proben werden mit Hilfe von verschiedenen Verfahren, wie Lichtmikroskopie, REM, EDX/WDX, TEM, SIMS analysiert. Die Ergebnisse werden mit den Daten in Bezug auf Grenzflächenenergie, Elektronegativität, Textur, Phasendiagramme und Thermo-Calc-Rechnungen korreliert, um festzustellen, welche Fremdsubstrate keimwirksam sein können. Die ersten Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchungen und thermodynamischen Rechnungen werden vorgestellt.



## Deutscher Giessereitag Bremen

3. und 4. April 2006

### Rückschau in Kurzberichten – Teil I



In zahlreichen Vorträgen und Präsentationen (von 36 Ausstellern) wurde den 630 Teilnehmern dargelegt, wie die Branche auf die aktuellen Entwicklungen reagiert, um den Produktionsstandort Europa im internationalen Wettbewerb zu sichern.

Der Eröffnungsabend im „Universum Science Center Bremen“ und der Gießereitag im „Bremer Ratskeller“ rundeten die Tagung ab und boten ausreichend Gelegenheit zum persönlichen Gedankenaustausch.

### Plenarveranstaltung

#### Wissenschaftsstandort Bremen – Der Leuchtturm im Norden!

Willi Lemke, Senator für Bildung und Wissenschaft der Freien Hansestadt Bremen

Vor 30 Jahren hätte jeder mit den Stichworten „Leuchtturm“ und „Bremen“ nur „Schifffahrt“ und „Häfen“ in Verbindung gebracht. Auf einem Gießereitag hätten damals die Vertreter der bremischen Politik die Bedeutung der Gießereiindustrie für den Schiffbau in einem Grußwort dargelegt.

30 Jahre später, im Jahr 2006, ist das anders: „Leuchtturm“ steht heute im Zeichen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder für „herausragende Forschung“. Die Universität Bremen ist eine von zehn Universitäten bundesweit, die aufgefordert wurden, einen Antrag auf Förderung als Spitzenuniversität zu stellen.

Die Wissenschaft, Forschung und Entwicklung sind heute Bremens Leuchtturm, der national und international auf die Leistungen in der Hansestadt aufmerksam macht.

Vor diesem Hintergrund werte ich es als Vertrauen den bremischen Wissenschaftlern gegenüber, dass Sie sich zu Ihrer Plenarveranstaltung in diesem Jahr in Bremen treffen und damit auch die Leistungen der bremischen Wissenschaftler würdigen.

Zum deutschen Gießereitag 2006 möchte ich Sie herzlich in der Freien Hansestadt Bremen willkommen heißen. Nutzen Sie das Forum zur Standortbestimmung, zum Erfahrungsaustausch und zur Diskussion neuester Entwicklungen der Gießereiindustrie. Angesichts der internationalen Konkurrenz ist die Gießereiindustrie auf die gemeinsame Forschung und Entwicklung mit der Wissenschaft mehr denn je angewiesen. Der deutsche Gießereitag 2006 bietet die Gelegenheit neueste Trends zu ermitteln sowie Wissenschaft und Industrie zusammen zu bringen. Die Gießertechnik ist eine der Schlüsseltechnologien für eine Vielzahl von Branchen. Sie trägt damit zur wirtschaftlichen Prosperität bei.

Es freut mich ganz besonders, dass die Veranstalter mit einem zwanglosen Treffen im „Universum Science Center Bremen“ beginnen, einem modernen Erlebnis-Museum, das einen guten Einblick in den Facettenreichtum der Wissenschaft bietet. Nehmen Sie Ihren Besuch in Bremen zum Anlass, auch für die vielfältigen Angebote der Hansestadt im kulturellen und touristischen Bereich in Anspruch zu nehmen.

### Einfach managen. Einfach das Wesentliche tun statt komplex in die Mittelmäßigkeit

Dieter Brandes, Hamburg

Nicht viele sind bekannt, die mit Einfachheit zum Erfolg gekommen sind.

Dafür sind das aber die Erfolgreichsten ihrer Branche. ALDI ist der Prototyp der Einfachheit, aber auch Jack Welch und General Electric, Ingvar Kamprad mit IKEA sowie B & O, Dell, Toyota und Porsche haben die Prinzipien der Einfachheit verinnerlicht. Wem die Reduzierung oder die Beherrschung der Komplexität gelingt, wird im Wettbewerb einen Vorteil haben.

Alle wollen erfolgreich sein. Einfachheit ist ein Mittel zum Erfolg. Einfache Systeme zeichnen sich durch Konzentration auf das Wesentliche aus. Sie schaffen Freiraum für die Konzentration auf klare Ziele und das Angebot an die Kunden.

Komplexität schleicht sich dort ein, wo versucht wird, jegliche Fehler und jegliches Risiko zu vermeiden. Sie schleicht sich ein, wo Angst vorherrscht und der Mut zur Übernahme von Verantwortung fehlt. Oder dort, wo versucht wird, durch immer neue Regelungen Vorsorge für die unendlichen Risiken aller Art zu treffen. Überorganisation und Bürokratie führen weg vom Wesentlichen und erzeugen Markt- und Kundenferne. Die verlorene Einfachheit geht oft einher mit dem Verlust an Sinn. Ich hätte gern einmal wieder ein Auto mit Stoßstange. Einen dicken Gummipuffer statt Zierleiste.

Eine Kultur des Vertrauens, der Verantwortung und Autonomie setzt ungeahnte Energien frei. Alt bekannte Tugenden helfen: Mut und Vertrauen, Glaubwürdigkeit, Intuition, gesunder Menschenverstand und Konzentration, aber auch Disziplin und Kontrolle. Einfachheit macht schneller – und Zeit ist oft die knappste Ressource in den Unternehmen.

### Perspektiven der Gießerei-Industrie

Dr. Arnold Kawlath, Präsident des DGV Deutscher Gießereiverband

Das letzte Jahrzehnt war für die deutsche Gießerei-Industrie eine einzige Erfolgsgeschichte. Überraschenderweise übertraf die Performance der Eisen gießer noch diejenige der NE-Metallgießer.

In beiden Segmenten zählt die deutsche Gießerei-Industrie zu den europäischen Marktführern. Globalisierung und EU-Erweiterung brachten für deutsche Gießereien neue aufnahmefähige Märkte.

Der wirtschaftliche Aufschwung Chinas wird daran grundsätzlich nichts ändern. In Einzelfällen werden europäische Gießereien gegen diesen neuen Wettbewerber jedoch nicht bestehen können.

Die Gießerei-Industrie in Deutschland ist ein „hidden champion“ mit guten Zukunftsperspektiven.

Die Vielfalt in der Branche – familiengeführte Unternehmen neben Gießereikonglomeraten – bleibt erhalten.

Konzeptionelle Unternehmensführung gewinnt an Bedeutung.

Leitlinien dafür sind das CMC-Konzept, das „Guss-plus“-Konzept und das „Triple-five“-Konzept.

### Technologischer Fortschritt – unsere Antwort auf die Globalisierung

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hans-Dieter Honsel, Präsident des VDG Verein Deutscher Giessereifachleute

Schnelle technische Veränderungen begleiten uns seit vielen Generationen. Langfristig haben uns diese Veränderungen stark und wohlhabend gemacht. Das trifft auch auf die Globalisierung zu. Keine andere Weltregion hat so sehr davon profitiert wie Europa und kein anderes europäisches Land so sehr wie der Exportweltmeister Deutschland.

Neue Situationen erfordern jedoch neue Antworten und unsere Antwort auf die Auswirkungen der Globalisierung kann nur lauten: Wir müssen unsere Technologieführerschaft und Innovationsfähigkeit erhalten und ausbauen! Die hohe Produktivität unserer Betriebe und die Fähigkeit unserer Ingenieure und Mitarbeiter sind der Schlüssel dafür; Bildung und Wissenschaft sind die Basis.

Wir werden immer einen Schritt besser sein müssen als die anderen – das ist unsere einzige Chance im Strukturwandel der Globalisierung. Es gilt, den internationalen Wettbewerb aufzunehmen und ihn als Chance zu begreifen.

Dazu brauchen wir zunächst einmal bestens ausgebildete und motivierte Führungskräfte und Mitarbeiter. Daher betrachtet der VDG die Nachwuchsförderung als eine seiner zentralen Zukunftsaufgaben und als ersten Schritt, um unsere Technologieführerschaft zu behaupten.

Ein zweiter Schritt besteht darin, Forschung und Entwicklung voranzutreiben. Viele Gießereien verfolgen daher den Weg, ihr Know-how in der Produktentwicklungsphase systematisch auf- und auszubauen. Dies bindet sie enger in den gesamten Entstehungsprozess eines Produktes ein, macht sie weniger austauschbar und sichert ihnen den langfristigen Kompetenzvorsprung im internationalen Wettbewerb.

Am Ende der bisherigen Wertschöpfungskette erweitern die Gießereien ihre Prozesskette durch einen Einstieg in die Bearbeitung der Gussteile. Es zeigt sich dabei deutlich, dass hierdurch nicht nur eine Addition von Arbeitsgängen und Wertschöpfung erfolgt, sondern sich zusätzlich erhebliche Möglichkeiten zur Optimierung des Gesamtprozesses ergeben.

Sobald die Gießereien Bauteil-Entwicklungsleistungen übernehmen und fertige Komponenten liefern, eröffnen sich Handlungs- und Rationalisierungspotentiale, die einer reiner Prozessoptimierung deutlich überlegen sind.

Als hochtechnologische Branche ist die deutsche Gießereiindustrie eng verknüpft mit anderen deutschen High-Tech-Branchen wie Automotive und Maschinenbau. Wir hängen voneinander ab und das hat Konsequenzen. Die Automobilindustrie ist schon global aufgestellt, der deutsche Anlagen- und Maschinenbau wird es bald sein. Wir müssen daher die Spielregeln der Globalisierung anerkennen anstatt sie zu bekämpfen. Mit Intelligenz, Know-how und Technologie und mit einem hochqualifizierten Nachwuchs.

### Die mittelständische deutsche Gießereiindustrie – zukunftsfähig oder Auslaufmodell ?!

Dr. Christiane Heunisch-Grotz, Gießerei Heunisch GmbH, Bad Windsheim

Seit Jahrzehnten wird der deutschen Gießereiindustrie ein langsames Sterben vorausgesagt.

Die stetig gestiegene Gussproduktion – Deutschland ist heute der fünfgrößte Gusshersteller weltweit – und die hohe Produktivität weisen jedoch in die Gegenrichtung.

Trotz Globalisierung, LCC und hoher Arbeitskosten ist die deutsche Gießereiindustrie zukunftsfähig.

Die Vorteile der weit überwiegend mittelständischen Struktur der Branche sowie die Besinnung auf die Stärken am Standort Deutschland spielen hier eine überragende Rolle.

Die Fertigung hochkomplexer, anspruchsvoller Gussteile, Qualität und Liefertreue sowie hohe Flexibilität sind nur einige dieser Stärken.

Am Beispiel der Entwicklung der Heunisch-Gruppe wird die Thematik dargestellt.

### Engagement in China – Chance und Herausforderung

Frank Vehlen, Eisenwerk Brühl GmbH, Brühl

China ist eine immer stärker werdende Wirtschafts nation mit einer Bevölkerungszahl von 1,3 Mrd. Menschen. Die Fläche von 9,5 Mio. qkm ist vergleichbar mit den 10,1 Mio. qkm von ganz Europa. Das nominale durchschnittliche pro Kopf Einkommen liegt bei etwa 1.000 \$, wobei es ein großes Ost – West Gefälle gibt. Mit 2.800 \$ ist es in Shanghai am höchsten. China hat eine sehr geringe Kfz-Dichte von nur 19 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohnern. Trotzdem ist das Land bereits heute nach den USA der zweitgrößte Erdölverbraucher der Welt.

Obwohl Deutschland der 6. größte Handelspartner von China ist, sind die deutschen Investitionen mit 1,2 % vom Investitionsbestand recht gering. Die meisten Investitionen finden im produzierenden Gewerbe statt.

Bereits 2003 war China mit 16 Mio. Tonnen Gussproduktion mit großem Abstand der größte Gussproduzent der Welt, weit vor den USA, Russland, Japan und Deutschland.

Für die Deutsche Gießereibranche ist China damit eine Chance aber gleichzeitig eine große Herausforderung. Die chinesische Wirtschaft wird weiter wachsen und insbesondere der Automobilmarkt bietet viele Möglichkeiten. Auf der anderen Seite wird die lokale Fertigungstechnologie in China immer besser und die konsequente Ausbildung von Ingenieuren schließt die Lücke beim Fachpersonal.

Als deutsches Unternehmen sollte man sich vor einem Engagement über die Gefahren bewusst sein. Viel Bürokratie und Politik, ein noch intransparentes Rechtssystem, Energieversorgung, Bankensystem, soziale und arbeitsrechtliche Verpflichtungen, hohe Fluktuation und so weiter gehören zu den Herausforderungen.

Das Eisenwerk Brühl hat sich diesen Herausforderungen gestellt.

## Vortragsreihe I – Eisen- und Stahlguss

### Überzugstoffe für dünne Kerogeometrien im Eisenguss

Thomas Linke, Dr. Klaus Seeger, Hüttenes-Albertus Chemische Werke GmbH, Düsseldorf

Verstärkt werden heute im Automobilguss Eisengusswerkstoffe in Verbindung mit Leichtbaukonzepten eingesetzt. Auch Eisengussteile für andere Branchen werden sowohl aus ökonomischen Abwägungen als auch aufgrund von Kundenanforderungen verstärkt dünnwandig und mit engen Gusstoleranzen gefertigt.

Zur Herstellung dieser Gussteile werden häufig Kernpakete oder Kernsegmente mit dünnen Kerogeometrien oder ungünstigen Proportionen verwendet. In der Regel sind die Kerne geschichtet. Die Notwendigkeit, saubere und fehlerfreie Gussteile zu fertigen, führt zwangsläufig zu hohen Anforderungen an die Kernqualität und damit auch zu hohen Ansprüchen an die Qualität der verwendeten Überzugstoffe.

Das Ziel unserer Arbeiten war die Entwicklung bzw. Auswahl geeigneter Überzugstoffe, spezifisch auf die Kerogeometrie und das Anforderungsprofil abgestimmt. Eine gute Putzbarkeit und Abschalung der Schlichte nach dem Guss sind Parameter, die unseren Untersuchungen nach von großer Bedeutung für die Qualität des Abgusses sind. Die Eigenschaft, Vererzungen zu verhindern, ist ebenso gefordert wie eine blattrippenunterdrückende Wirkung der Überzugstoffe.

Für unsere Untersuchungen haben wir verschiedene Schichten in Gussversuchen getestet. Dazu wurde ein Testgussstück verwendet, das es erlaubt, Überzugstoffe, aufgetragen auf dünnen Kernen, in Ihrem Verhalten zu vergleichen. Weiterhin wurde aufgrund der für die Gussteile geltenden geringen Toleranzen auch der Schichtdickenaufbau von verschiedenen Überzugstoffen untersucht.

Ausgehend von den Entwicklungsergebnissen wurden dann Versuchsabgüsse mit Kernsegmenten für Zylinderköpfe in unserer Versuchsgießerei durchgeführt.

Die Übertragbarkeit dieser Laboruntersuchungen auf konkrete Problemstellungen in den Gießereien erfordert immer, in enger Zusammenarbeit mit der Gießerei, ein weiteres Anpassen der Überzugstoffe auf die konkrete Fertigung. Nicht zuletzt verfügt jedes (Leicht)bauteil meist nicht nur über Bereiche mit dünnen Wandstärken, sondern auch über Zentren mit hoher thermischer Belastung für den Überzugstoff und den Kern.

Wunder können Überzugstoffe alleine nicht bewirken, aber durch systematische Vorgehensweise können qualitative Verbesserungen erreicht und auch zukünftig noch weiter erwartet werden.

### Kontrolliertes Eindringen von Schichten in den Formstoff mit den entsprechenden Auswirkungen auf die Gussteilqualität

Dipl.-Ing. Norbert Schütze, Foseco GmbH, Borken

In den Gießereien werden wir ständig damit konfrontiert, sichtbare Fehlererscheinungen wie Blattrippen oder Gasblasen durch den Einsatz von Schlichtensystemen zu vermeiden. Über den Wirkungsmechanismus der Schichten, die Art und Weise der Füllstoffe, die Anwendungsgrenzen und weitere Parameter macht sich der Gießer oft keine Gedanken.

Dieser Beitrag soll nun dazu dienen, dem Gießer eine neue Betrachtungsweise in der Schlichteanwendung aufzuzeigen. Diese Betrachtungsweise soll sich nicht nur von Äußerlichkeiten leiten lassen, sondern den Blick für Neues schärfen. Dazu werden in verschiedenen Viskositäten die einzelnen Füllstoffe mit ihren Anwendungsgrenzen aufgezeigt. Das dazu unterschiedliche Eindringen der Füllstoffkomponenten wird auf eindrucksvolle Art und Weise vorgeführt. Zusammenhänge zwischen Formstoff und Schlichte werden bei dieser Betrachtungsweise näher verdeutlicht.

Damit spiegeln sich ebenfalls die Grenzen der Anwendung in der Viskosität und damit in der Schichtstärke wieder. „Dünne“ und „starke“ Schichtstärken der Schichten mit ihren Auswirkungen sind darin ebenfalls enthalten. Darüber hinaus werden unterschiedliche Auswirkungen dieser verschiedenartigen Schichtstärken in den Gasdurchlässigkeiten und Wirkungen auf Fehlererscheinungen erläutert.

### Schlichtefreies Gießen, Vision oder Wirklichkeit

Günter Weicker, Hans-Jürgen Wemer, Dr. Jens Müller, Ashland-Südchemie-Kernfest GmbH, Hilden

Alle im Markt befindlichen Bindersysteme für die Kern- und Formherstellung haben hinsichtlich der Produktivität und Leistungsfähigkeit in den letzten Jah-

ren einen enormen Innovationsschub erhalten. Der weitere Handlungsbedarf aus neuen konstruktiven Ideen und dem stetig wachsenden Kostendruck stellt eine große Anforderung an die Kernproduktion dar.

Ziel der Kernfertigung muss es sein, bei insgesamt niedrigeren Emissionen und bei hoher Produktivität eine einwandfreie Gussqualität zu erreichen. Diese optimale Kernfertigung umfasst die verschiedenen Sandqualitäten, unterschiedliche Bindersysteme, Additive und letztlich Schichten. So lässt sich bis heute im Motorenguss oder bei der Bremsscheibenproduktion nur mit sorgfältig abgestimmten Schichten ein einwandfreies Gussergebnis erreichen. Hierbei spielt nicht nur die ausgewählte Schlichtekombination, sondern auch die notwendige Schichtstärke eine gravierende Rolle.

Es gibt aber heute schon Gussteile, die sehr dünn geschichtet werden, wie z.B. Abgaskrümmen oder Bremsättel. Hier ist es gelungen, durch Sandkombinationen oder durch überwiegend mineralische Additive und thermisch stabilere Bindersysteme ein schlichtefreies Gießen zu ermöglichen. Vergleichbares für den Motoren- und Bremsscheibenguss zu erreichen, erscheint heute unrealistisch. Vielleicht gelingt es aber mit den Additiv-Kombinationen und thermisch beständigeren Bindersystemen, die Schichtstärke der heute verwendeten Schichten so zu reduzieren, dass der Trocknungsprozess verkürzt und der Energieaufwand gemindert werden kann.

Die neuartigen mineralischen Additive und thermisch stabileren Bindersysteme sind auch ein Beitrag zur Senkung des Gas-, Geruchs- und Emissionspotentials.

Erste Ergebnisse zeigen, dass auch der Einsatz von teuren Mineralien, wie Chromerzsand, Schamottesand oder Andalusite reduziert, bzw. ganz eingestellt werden konnte.

Bei allen Anstrengungen, neue Bindersysteme und mineralische Additive zu konzipieren, die einen hohen technischen Anspruch haben, sollte aber nicht vergessen werden, dass eine optimale Wertschöpfung eines Systems nur in Verbindung mit optimaler Maschinenteknik und in enger Kooperation mit dem Gießer erreicht werden kann.

### Metallische Einsatzstoffe: Chancen und Risiken für Eisengießereien

Dipl.-Ing. Cesare Troglio, VDG Verein Deutscher Giessereifachleute, Düsseldorf

Die metallischen Einsatzstoffe beeinflussen nach den starken Preissteigerungen in den vergangenen Jahren ganz wesentlich die Herstellungskosten. Als metallische Einsatzstoffe kommen Stahlschrott, Kreislaufmaterial, Roheisen, Späne, Gussbruch und Ferrolegierungen in Frage. Hier sind Chancen vorhanden, durch Nutzung und Weiterentwicklung alternativer Einsatzstoffe Kosten zu sparen. Die Preise und die Verfügbarkeit der Einsatzstoffe sind sicher die wichtigsten Kriterien bei der Festlegung einer wirtschaftlichen Gattierung. Ohne die Bewertung und Kenntnis der chemischen Analyse und der auf das Schmelzgregat abgestimmten technologischen Eigenschaften der Einsatzstoffe gelingt es nicht,prozesssicher die geforderte Eisenqualität zu erschmelzen.

Der Trend zu hochfesten Stählen im Automobilbau führt mittelfristig zu steigenden Gehalten an perlit- und carbidstabilisierenden Elementen wie Mangan, Chrom und Vanadium im Tiefziehstahlschrott. Diese Gehalte können bei entsprechenden Abkühlungsbedingungen im Gussstück seigern und die Eigenschaften des Werkstoffes negativ beeinflussen. Es wird wichtig, die Grenzen noch genauer auszuloten, bei denen einzelne Elemente oder die Kombinationswirkung mehrerer Elemente sich auf die geforderten Werkstoff- bzw. Bauteileigenschaften negativ auswirken.

Alternativen sind gefragt, um den Pegel störender Elemente nicht steigen zu lassen und Preisänderungen über eine Anpassung der Gattierung aufzufangen.

Chancen bietet der vermehrte Einsatz von Spänen in loser Form oder in Form von Briketts. Eine wichtige Rolle beim Einsatz von Spänen spielen möglichst niedrige Gehalte an Verunreinigungen durch Kühlschmierstoffe. So genannte Mischbriketts bieten die Möglichkeit, auch andere Eisenträger wie Walzzunder oder Schleifschlämme für den Einsatz in der Eisengießerei zu erschließen. Neben einem Bindemittel können solche Briketts auch Kohlenstoff als Energielieferant bzw. Desoxidationsmittel enthalten. Die mechanische Stabilität der Briketts, auch unter den thermischen Belastungen im Kupolofen, ist ein entscheidendes Qualitätsmerkmal, das weiter untersucht und verbessert werden muss.

Der spezifische Einsatz von Roheisen ist in den letzten Jahren kontinuierlich gesunken. Die Konzentration auf wenige Hersteller hat auch die Sortenvielfalt der verfügbaren Gießerei-Roheisen oder vergleichbarer Einsatzstoffe weiter eingeschränkt, aber das Potential im Blick auf definierte Elementpegel nicht vermindert.

Die Gießer erwarten von ihren Lieferanten sortenreine Einsatzstoffe mit definierten Streubreiten in der chemischen Analyse. Deshalb wird die Zusammenarbeit zwischen Anfallstelle, Recyclingunternehmen und Gießerei immer wichtiger. Strengere Anforderungen können durch eine verbesserte Logistik

und Qualitätsüberwachung erfüllt werden. Alternativen setzen sich nur durch, wenn ihre Praxistauglichkeit grundsätzlich aber auch von Fall zu Fall bestätigt wird

### Optimierung und Steigerung der Anlagenverfügbarkeit einer Kupolofenschmelzanlage

Dipl.-Ing. Thorsten Kutsch, Georg Fischer GmbH, Mettmann

In der Regel stellt der Kupolofen in einer Eisengießerei das zentrale Schmelzaggregat dar. Es werden hohe Anforderungen an die Betriebssicherheit und Verfügbarkeit gestellt, da es sonst zu Produktionsengpässen kommen kann.

Diese hohen Anforderungen können durch eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen erreicht werden. Hierzu zählen z.B. konstruktive Maßnahmen, um den Feuerfestverschleiß zu minimieren oder die Kühlung zu verbessern. Eine weitere konstruktive Maßnahme ist auch der Einbau von Notüberlaufsystemen, um eine Havarie zu vermeiden.

Die Verwendung von Druckentlastungen im Bereich des Syphons führt zu deutlich verminderter Rissbildung im Übergang Syphon/Kupolofen. Auch der Einsatz von Feuerfestüberwachungssystemen kann zu einer deutlichen Steigerung der Betriebssicherheit beitragen.

Die hier aufgeführten Punkte stellen nur einen kleinen Teil der an einem futterlosen Heisswindkupolofen mit einer Schmelzleistung von 79 t/h durchgeführten Maßnahmen dar.

Das Ergebnis der Optimierungen ist eine deutliche Steigerung der Anlagenverfügbarkeit und eine sehr starke Verringerung des Feuerfestverbrauches.

### Continuous virtual development of products in the iron foundry

Prof. Józef S. Suchy, AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland

A quick and effective designing of optimal technology for more and more complex castings, with elimination of the expensive and time-consuming tests, is possible only with the application of computer programs. First of all, the data bases concerning the technology description as well as the virtual realization with the simulation of solidification. In the paper the database application which kept the information about the technology of filling process, the solidification of casting, occurrent defects, temperature of filling, kinds of mould materials, kind of line moulding etc., is presented. It is the tool that servants to quicker optimization of castings technology through the elimination of casting defects and decrease costs. The presented system is introduced into practice at the iron foundry.

### Einfluss von Gefügeabweichungen auf die zyklischen Werkstoffeigenschaften von Gusseisen mit Kugelgraphit

Dr.-Ing. Wolfram Stets, IfG Institut für Gießereitechnik GmbH, Düsseldorf

Im Fahrzeugbau ist Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) ein häufig eingesetzter Werkstoff. Während des Betriebes unterliegen die gegossenen Bauteile in der Regel zyklischen Belastungen. Die Gefügemerkmale von GJS weisen in realen Gusstücken eine gewisse Variationsbreite auf. Im Rahmen eines im IfG durchgeführten Forschungsprojektes wurde der Einfluss von Gefügeabweichungen auf die Schwingfestigkeit von GJS untersucht.

Ziel der Arbeit war die fundierte Unterstützung der Entscheidungsträger bei Freigaben von Gussteilen aus GJS mit geringfügigen Abweichungen vom Idealgefüge.

Für die Untersuchungen wurden 65 mm dicke quaderförmige Probekörper aus GJS-400-15 und GJS-700-2 mit folgenden Gefügeabweichungen gegossen: Verringerte Nodularität der Graphitkugeln, interzellularer Graphit, Zellgrenzencarbide und Graphitflotation. Aus allen Probekörpern wurden Proben herausgearbeitet, an denen Zug-Druckwechselversuche, Umlaufbiegeversuche, 4-Punkt-Biegeversuche sowie auch bruchmechanische Untersuchungen durchgeführt wurden.

Der Vergleich der Schwingfestigkeiten von zwei Varianten GJS-400 zeigt den Zustand mit der höheren Graphitkugelzahl etwas höhere Werte. Die bruchmechanischen Kennwerte verhalten sich entgegen gesetzt. Die beiden GJS-400 Legierungen mit 60 und 70 % Nodularität zeigen keine verringerte Schwingfestigkeit im Vergleich zur Basislegierung mit einer Nodularität von 84 %. Der Vergleich der Ergebnisse der bruchmechanischen Untersuchungen des GJS-400 mit 60 und 70 % Nodularität zeigt, dass die Werte bei größerer Nodularität etwas höher liegen. Die durchgeführten Untersuchungen zeigten weiterhin, dass bis 1,25 % interzellularer Graphit im Gefüge von Gusseisen mit Kugelgraphit keinen Einfluss auf die Schwingfestigkeit hat. Bei Bauteilversuchen an Pleueln aus GJS-700 mit etwa 7 % interzellularem Graphit war dem-

gegenüber eine Verringerung der Zug-Druck-Wechselfestigkeit von ca. 30 % zu verzeichnen.

Die bruchmechanischen Kennwerte der Legierungen mit interzellularem Graphit sind deutlich geringer als die der entsprechenden Basislegierung GJS-400. Die in den beiden Gusseisensorten eingestellten Zellgrenzencarbide (Gehalte um 1 %) haben keinen signifikanten Einfluss auf die Schwingfestigkeit. Die Zellgrenzencarbide im GJS-400 führen zu einer leichten Verringerung der bruchmechanischen Eigenschaften. Graphitflotationen haben einen Einfluss auf die Dauerfestigkeit von GJS. Es wurde eine Reduzierung von 10 % festgelegt.

*Das Projekt wurde vom BMWa Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit über die AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvorhaben „Otto von Guericke“ unter der AiF Nr. 13507 N/1 gefördert und vom VDG Verein Deutscher Gießereifachleute fachlich betreut.*

### Intelligente Speiser-Systeme – Vom Naturspeiser zum dynamischen Speiser-System BKS

Henning Rehse, Dipl.-Ing. Udo Skerdi, AS Längen GmbH & Co. KG, Bendorf

Die heute üblichen, modernen, hochexothermen Speisungssysteme sind logische und sinnvolle Weiterentwicklungen des 1977 von der Fa. Längen auf den Markt gebrachten MINI-SPEISERS.

Der Grundgedanke des Verfahrens entstand bei der Fa. Rexroth. Rexroth fertigte überwiegend Hydraulikgussteile aus Sphäroguss und stand vor dem Problem der sicheren Speisung bei gießtechnisch schwieriger Geometrie und begrenztem Platzangebot. Zusätzlich kämpfte man mit Kempenetration und hohen Nacharbeitskosten. Mit dem Einsatz von Naturspeisern und einfachen exothermen zylindrischen Speisern stieß man schnell an Grenzen des ökonomisch „Machbaren“.

Die Lösung, der Scherer-Mini-Speiser, zeigte einen richtungsweisenden eleganten Weg auf, das notwendige Nachsaugvolumen so mit exothermer Masse zu umhüllen, dass die gleiche Erstarrungszeit eines modulgleichen Naturspeisers erreicht wird.

Zu diesem Zweck wurde im Hause Längen eine spezielle Masse entwickelt, hochexotherm und mit langer Haltezeit über 1140°C. Durch entsprechende Wandstärken dieser exothermen Masse konnten bei den Mini-Speisern Modulvergrößerungsfaktoren von > 2 erreicht werden.

Die entscheidenden Vorteile des Mini-Speisers liegen in der Einsparung an Flüssigmetall und der Reduzierung der Aufsatzfläche. Insbesondere die Reduzierung der Aufsatzfläche mit entsprechender Reduzierung der Putzkosten war Antrieb für weitere intelligente Entwicklungen, die Einführung der Federdome, die Entwicklung von exotherm eingeschnürten Federdomspeisern bis hin zu den BKS Speisern.

Auch die Speisermassen wurden von Längen konsequent weiterentwickelt, hier sind insbesondere die Entwicklungen von „fluorfreien“, „emissionsarmen“ und „leichten“ Rezepturen zu nennen.

Der Vortrag soll einen Überblick über die oben angesprochenen Entwicklungen in der Speisertechnik geben.

### Einfluss der Keimbildungsbedingungen auf die Entstehung von Chunky-Graphit in dickwandigem sowie legiertem Gusseisen mit Kugelgraphit GJS

Dr.-Ing. Herbert Löblich, IfG Institut für Gießereitechnik GmbH, Düsseldorf

In Gießversuchen wurden Gusstücke aus dem Werkstoff GJS-400 gegossen, wobei die Einflüsse der Schmelztechnik und der chemischen Zusammensetzung wie Spuren- und Störelemente sowie der Erstarrungsgeschwindigkeit auf die Bildung von Chunky-Graphit mit dem Ziel der reproduzierbaren Fertigung von chunky-graphit-freiem GJS ermittelt worden sind.

Die Schmelztechnik hat auf das Gefügergebnis nur geringen Einfluss. Die Wirkung der Schmelztechnik wird von der chemischen Zusammensetzung, insbesondere der Wirkung der Stör- und Spurenelemente überdeckt.

Chunky-Graphit bildet im thermischen Zentrum von Gusstücken neben Graphitkugeln in keimarmen Bereichen relativ große zusammenhängende „eutektische“ Zellen mit Durchmesser von bis zu 3 mm, die aus übereinander und verzweigt gewachsenen Graphitplatten mit hexagonaler Struktur bestehen.

Die verminderte Anzahl von Keimen wird durch eine größere Unterkühlung der erstarrenden Schmelze angezeigt, gleichzeitig verlängert sich die Abkühlungszeit in den Querschnitten in denen Chunky-Graphit auftritt. Bei chunky-graphit-freiem Gusstücken ist die Unterkühlung mit 1-2 K wesentlich geringer als bei wanddickengleichen Gussteilen mit Chunky-Graphit, bei denen die

Unterkühlung zwischen 4 und 10 K beträgt. Die Erstarrungszeit im Bereich von Chunky-Graphit verlängert sich bei der gegebenen Gussstückgeometrie um 15 min.

In den Graphit-Kugeln nahe dem Chunky-Graphit und im Chunky-Graphit selbst befinden sich eingeschlossene Mischoxide aus CaO/SiO<sub>2</sub>, die für den Chunky-Graphit keimbildend wirken können. Seigerungen der oberflächenaktiven Spuren- und Störelemente Ce, Pb, Sb, As konnten mit den zur Verfügung stehenden Analysemethoden nicht nachgewiesen werden.

Für die Vermeidung von Chunky-Graphit ist die Kenntnis des Stör- und Spurenelementpegels notwendig. Bei bekanntem Stör- und Spurenelementpegel (Ce, Pb, Sb, As) kann ein Grenzgehalt an Silizium bestimmt werden, bei dessen Unterschreitung, abhängig von der Erstarrungszeit des Gussstücks, kein Chunky-Graphit auftritt. Aus diesen Zusammenhängen wurde ein Chunky-Graphit-Entstehungs-Kriterium abgeleitet, welches für die Voraussage des Gefüges in Simulationsprogrammen verwendet werden kann. An einem Gussstück, bei dessen Prüfung Chunky-Graphit gefunden wurde, wird die Gefügesimulation dargestellt.

Die Ergebnisse der Arbeit wurden auch in das wissenschaftliche Diagnosesystem des IfG integriert.

*Das Projekt wurde vom BMWA Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit über die AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvorhaben „Otto von Guericke“ unter der AiF Nr. 13696 N/II gefördert und vom VDG Verein Deutscher Gießereifachleute fachlich betreut.*

## Vortragsreihe II – Nichteisenmetallguss

### Verschleiß- und Korrosionsverhalten von gegossenen Mehrstoffbronzen

Dr. Ladji Tikana, Deutsches Kupferinstitut e.V., Düsseldorf

In vielen Bereichen der Industrie, insbesondere im Maschinenbau, im maritimen Sektor und in der chemischen Industrie, wo hohe Anforderungen an die Werkstoffe, hinsichtlich ihrer mechanisch-technologischen und Gebrauchseigenschaften gestellt werden, haben sich Mehrstoffbronzen wie Kupfer-Aluminium- aber auch Kupfer-Mangan- und Kupfer-Zinn-Legierungen aufgrund der optimalen Verknüpfung der guten Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit in einer Vielzahl aggressiver Medien mit guten mechanischen Eigenschaften bewährt. Deshalb nehmen sie unter den Kupferwerkstoffen eine besondere Stellung ein.

Insbesondere bestimmen bei aluminiumreichen Kupferbasiswerkstoffen im Wesentlichen die Legierungselemente, das Herstellungsverfahren und die Verarbeitung ihr Gefügebildung, ihre Gefügestruktur sowie ihre Einsatzmöglichkeiten.

So sind zum Beispiel Kupfer-Aluminium-Legierungen mit Zusätzen von 4,0 bis 9,0 Gew.-% Aluminium in der Regel im Gefügebau einphasig. Legierungen mit etwa 8 bis 14 Gew.-% Al, die dann stets noch weitere Zusatzelemente, wie z.B. Eisen, Nickel und Mangan, zur Verbesserung bestimmter Eigenschaften (Festigkeit, Korrosion, Erosion, ...) enthalten, bilden die Gruppe der mehrphasigen, d. h. heterogenen „Mehrstofflegierungen“.

Diese breite Gestaltungsmöglichkeit im Gefügebau ist auch der Schlüssel zur gezielten Anpassung dieser Werkstoffe an die jeweilige Beanspruchung. Die Wechselwirkung zwischen Gefügebildung und Verschleiß- bzw. Korrosionsverhalten stellt somit ein wichtiges Entscheidungskriterium für die Mehrstoffbronzen dar.

### Propeller mit mehr als 100 t Nettogewicht für die weltgrößten Schiffsneubauten

Dipl.-Ing. Jürgen Eberlein, Mecklenburger Metallguß GmbH, Waren

Entwicklung im Weltschiffbau

Die rasante Entwicklung im Weltschiffbau zwingt die Gießer zu immer neuen Höchstleistungen. Die Schiffe werden größer und schneller, um im Zuge der Globalisierung riesige Warenmengen und zunehmend auch Energieträger über die Weltmeere zu transportieren. Insbesondere der Containerschiffbau hat in den letzten 30 Jahren eine Rekordentwicklung hinsichtlich der Größe der Schiffe und damit der Anzahl der Containerstellplätze genommen.

Der Propeller

Die ständig zunehmende Größe von Containerschiffen aber auch von Tankern für Öl und Gas und die auf diesen Schiffen installierte Motorleistung führen zwangsläufig dazu, dass auch die Propeller immer größer und schwerer werden. Vor allem in den letzten Jahren kam es zu Entwicklungen,

vorher von der internationalen Fachwelt nicht für möglich gehalten wurden. Schiffsmotore mit über 100.000 PS Antriebsleistung für Propeller mit mehr als 130 t Liefergewicht sind heute bereits Realität.

Dem gegenwärtigen Stand ist jedoch eine fast 200 jährige Entwicklung vorausgegangen, auf die kurz eingegangen werden soll. Der Schiffspropeller, landläufig auch als Schiffsschraube bezeichnet, wurde von dem österreichischen Forstmeister Josef Ressel (1793–1857) erfunden und funktionsfähig entwickelt. Es schlossen sich daran Weiterentwicklungen an, um den ständig wachsenden Bedürfnissen der internationalen Schifffahrt gerecht zu werden. Insbesondere in den letzten 50 Jahren sind umfangreiche Veränderungen in Bezug auf Durchmesser, Flügellanzahl, Steigung und nicht zuletzt auch hinsichtlich des Werkstoffes vorgenommen worden, um sich den jeweiligen Marktforderungen anzupassen. Die Propellerhersteller mußten sich kapazitativ, quantitativ und qualitativ auf ganz neue Dimensionen und Ansprüche einstellen.

Die Mecklenburger Metallguß GmbH

Die Propellerfertigung in Waren erfolgt seit 1948. Sie basiert auf langjähriger Gießereitradition und der günstigen geographischen Lage zu den Ostseewerten, die derzeit neben den asiatischen Schiffbauzentren zu den größten und modernsten in der Welt zählen. Trotz unterschiedlichster Randbedingungen entwickelte sich das Unternehmen, das heute zur „Deutschen Gießerei- und Industrie-Holding AG“ (DIHAG) gehört, auf Grund seines Know how, seiner Kapazitäten und seiner offensiven Marktpolitik zu einem führenden Propellerhersteller in der Welt. Untermuert wird diese Entwicklung durch umfangreiche Investitionen in den letzten Jahren, die den Entwurf und die Fertigung nahezu jedes im Weltschiffbau gewünschten Propellertypes zulassen. Der Weltmarktanteil beträgt zur Zeit 22%.

Der Propellerentwurf ist ein äußerst innovativer Prozess, in dem für jeden Schiffstyp der optimale Propeller maßgeschneidert wird. Umfangreiche hydrodynamische Untersuchungen und Berechnungen sowie Erfahrungen sind notwendig, bevor die eigentliche Fertigung beginnen kann. Die Gussfertigung selbst ist geprägt vom Know-how mehrerer Jahrzehnte, unterstützt von einer auf die Fertigung der „Megapropeller“ zugeschnittenen Form- und Gießkapazität mit Ausrüstungen modernster Bauart.

So wurden z.B. spezielle Hochleistungsdurchlaufmischer für das umweltfreundliche Zementsandformverfahren entwickelt. Für die erforderliche Gießmetallmenge stehen Mittelfrequenzinduktionsöfen mit insgesamt 200 t Fassungsvermögen zur Verfügung.

Die Bearbeitung der komplizierten Freiformflächen der Rohpropeller erfolgt mit CNC- Fräsprogrammen auf speziellen, auf die Belange von MMG zugeschnittenen Spezialmaschinen. Moderne Schleifmanipulatoren runden den Bearbeitungsprozess ab.

Da die Antriebswelle mit dem Propeller eine Einheit bildet, wird als zusätzliche Dienstleistung von MMG auf Kundenwunsch die Originalwelle bereits im Werk an den Propeller angepasst.

Weiterentwicklungen am Produkt – Herausforderungen der Zukunft

Selbst wenn schon ein sehr hoher Stand in Bezug auf Größe und Antriebsleistung des derzeitigen Schiffbaus erreicht ist, der Trend zu noch größeren Schiffseinheiten setzt sich unvermindert fort, da auch die Wirtschaftlichkeit mit größeren Schiffen zunimmt. Das heißt für MMG, sich auch auf höhere Anforderungen an die Propeller einzustellen. So werden bereits jetzt verschiedene F/E- Themen zur Entwicklung des Design aber auch des Werkstoffes neben Entwicklungen an der Verfahrenstechnik durchgeführt. Eine Reihe von Hochschulen und wiss. Einrichtungen sind dabei wichtige Kooperationspartner.

### Funktionserweiterung durch direkte Integration von adaptiven und elektronischen Komponenten – Intelligente Gussteile

Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse, Dipl.-Ing. Franz-Josef Wöstmann, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Materialforschung IFAM, Bremen

Die Produktion von Gussteilen oder Komponenten, z. B. aus Aluminium, ist am Standort Deutschland durch eine Verschärfung der Kostensituation zunehmend gefährdet. Durch Erhöhung der Produktivität können zwar noch marginale Verbesserungen erreicht werden, die Gefahr von Produktionsverlagerungen ins Ausland ist damit jedoch kaum abzuwenden.

Die Integration zusätzlicher Funktionalität in Bauteile und Komponenten, wie z. B. sensorische Eigenschaften, drahtlose Kommunikation oder auch akuatorische Fähigkeiten, erweitern die Wertschöpfungskette solcher „intelligenter Bauteile“ erheblich und erfordern technologisches Know How, das als Standortvorteil für den Produktionsstandort Deutschland genutzt werden kann.

Durch die fertigungstechnische Integration von Struktur- und Funktionswerkstoffen, das Eingießen von RFID's oder durch Applikation von „Printable Electronics“ lässt sich die Funktionalität erheblich erweitern. Bauteilidentifika-

tion, Erfassung von Betriebszuständen oder aktive Reduktion von Schwingungen sind nur einige Beispiele für Anwendungen, die sich als neue Möglichkeiten ergeben.

### Hochfeste Al-Gussteile aus der Legierung Al Cu4 Ti S/K T6

Dr.-Ing. Ludger Ohm, OHM & HÄNER Metallwerk, Olpe-Friedrichsthal

#### Einleitung

Der Legierungstyp AlCu4Ti, auch in den Varianten mit zusätzlichen Magnesium- oder Silbergehalten, ist schon seit vielen Jahrzehnten als diejenige Aluminiumlegierung bekannt, mit der die höchsten Festigkeiten überhaupt erzielbar sind.

In dem Massenmarkt der Automotive-Anwendungen hat dieser Gusslegierungswerkstoff, der seine Stärke ausschließlich in wärmebehandeltem Zustand ausspielt, kaum Bedeutung. Für die typische Kundengießerei mit breitem Legierungsangebot und hoher Flexibilität in Bezug auf die Spanne zu beherrschender Rohteilgewichte bei niedrigen Losgrößen (bis zur Einzelstückfertigung) steht diese Legierungsgruppe quasi auf der Tagesordnung.

#### Erfahrungen zur Erstarrungslenkung bei AlCu4 Ti

Das Erstarrungsintervall ist mit mind. 110 K sehr groß, die lineare Schwindung mit 1.3–1.5 % ausgeprägter als bei den gut bis sehr gut gießbaren AlSi-Legierungen, die Erstarrungsmorphologie hat eindeutig einen endogen-breitartigen Charakter. Es sind alle Voraussetzungen gegeben für eine hohe Wärmrisanfälligkeit und eine wegen der interglobular verengten Nachspeisungswege schwierigen Dichtspeisung. So entstehen neben inneren Makrolunkern auch innere Mikrolunkernzonen, die sich unter ungünstigen Bedingungen bis zur Gussoberfläche ausdehnen können.

In beiden Schwerkraftverfahren, Sand- und Kokillenguss, bedarf es einer Einteilung des Bauteils in Kühlungs- und Speisungsabschnitte. Die um einen Faktor 2-3 geringere Sättigungsweite der Speiser bedingt einen gegenüber AlSi-Legierungen erhöhten Rücklaufanteil. Eine Versorgung jedes Speisungspunktes mit heißem Material ist unbedingt erforderlich. Bei Gefahr des Aufschumpfens, die besonders beim Kokillenguss als auch bei Sandformen mit hohem Kühlkörperanteil droht, muss der Speiser sowohl die voreilenden gekühlten Bereiche erreichen als auch mögliche Nahtstellen zwischen 2 gekühlten Abschnitten während der Schrumpfung versorgen.

Aus Sicht einer Kundengießerei werden Beispiele erläutert.

#### Schmelzebehandlung und Wärmebehandlung als Voraussetzung guter Gefügequalität

Der Vorbereitung und Kontrolle der Schmelzen hinsichtlich der Silizium- und Eisengehalte und der Entgasung mit anschließender Kornfeinung direkt vor dem Abguss kommt überragende Bedeutung zu.

Die abschließende Wärmebehandlung beginnt mit einer Haltezeit deutlich unter der Lösungsglühe, die Lösungsglühdauer muss der Wandstärke angepasst werden. Beim Auslagern steht die Abhängigkeit von Streckgrenze und Bruchdehnung im Vordergrund, abhängig vom Belastungsfall kann die Streckgrenze in weiten Bereichen sicher eingestellt werden mit entsprechend hohen Bruchdehnungen.

### Zukunftsweisender Motorenleichtbau im Spannungsfeld der Gießverfahren und Werkstoffe

Dipl.-Ing. Herbert Smetan, Hydro Aluminium Deutschland GmbH, Köln

Der Motorenbau war in den Anfängen des Automobils bis auf wenige Ausnahmen dadurch geprägt, dass bei Verbrennungskraftmaschinen sowohl der Zylinderkopf als auch der Motorblock aus Gusseisen gefertigt wurden. Während bei Kolben bereits in sehr frühen Jahren das Gusseisen durch den Leichtbauwerkstoff Aluminium substituiert wurde, dauerte es beim Zylinderkopf bis in die 70er Jahre des 20. Jahrhunderts, bis eine merkliche Substitution bei den Massenherstellern einsetzte, obwohl bei diesem Bauteil neben den Gewichtsvorteilen auch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes einen weiteren Vorteil bietet. Beim Motorblock schritt dieser Substitutionsprozess von Fahrzeugen der Luxusklasse ausgehend nur sehr langsam fort. Beim Motorblock spielte dabei mit eine ausschlaggebende Rolle, dass Aluminium kein bevorzugter Laufpartner für den Kolben darstellt und die dynamischen Belastungen im Lagerstuhlbereich sehr früh die Grenzen des Werkstoffes erreichten. Gleichzeitig zeichnet Aluminium basierend auf den relativ niedrigeren Gießtemperaturen ein sehr hoher Gestaltungsfreiraum aus, der überwiegend beim Zylinderkopf heute schon genutzt wird, um die Leistungsgrenzen dieser Aggregate weiter nach oben zu schieben.

Während bei Gusseisen niemals eine strittige Diskussion im Hinblick auf das zu verwendende Gießverfahren stattfand, wurde diese Frage bei Aluminium

sehr widersprüchlich diskutiert und führte auch früh zu einer gewissen Verunsicherung der Entwickler von Verbrennungskraftmaschinen. Fakt ist, dass nur sehr wenige der Gießverfahren in der Lage sind, die konstruktiven Gestaltungsfreiräume sowie die Leistungsfähigkeit des Materials auch nur annähernd auszuschöpfen und auf diese Weise der Verwendung des teuren Leichtbauwerkstoffes Aluminium sehr früh auf der Kosten-Nutzen-Seite Grenzen setzen.

Während sich bei Zylinderköpfen die Diskussion darauf beschränkt, die Vor- und Nachteile von Niederdruckkokillen- und Schwerkraftkokillenguss denen von Rotationsgießverfahren gegenüberzustellen, konzentriert sich auf der Motorblockseite die Diskussion auf das Druckgießverfahren in Konkurrenz zu den Gießverfahren mit kontrollierter Formfüllung.

Nachdem das Lost Foam Verfahren aufgrund seiner Einschränkungen bei den mechanischen Eigenschaften in der heutigen Diskussion fast zu einer Randerscheinung degeneriert ist, bleibt die Diskussion beim Motorblock auf die Verfahrensentwürfe konzentriert, die die werkstofflichen Vorteile des Aluminiums voll auszuschöpfen in der Lage sind im Gegensatz zu den sehr kostengünstigen Verfahren, die dieses Potential nur sehr eingeschränkt aufweisen.

Vor dem Hintergrund der ständig steigenden spezifischen Leistungen moderner Verbrennungskraftmaschinen, sowohl beim Benzinmotor als auch beim Diesel, gelangen bei zukünftigen Applikationen Verfahren, die das Werkstoffpotential nicht auszuschöpfen in der Lage sind, an die Grenzen ihrer Möglichkeiten und setzen sich der Gefahr der Resubstitution durch Gusseisen aus.

Sieht man die Resubstitution des Aluminiums durch Gusseisen beim Motorblock rein unter Kostengesichtspunkten, so gelangt man recht schnell zu der Auffassung, dass insbesondere bei Karosserien, die auch größere V-Motoren aufzunehmen in der Lage sind, der Einsatz von Gusseisen zumindest bei den Vierzylinder-Varianten eine attraktive Lösung darstellen könnte. Doch auch bei diesen Ausstattungen bietet der Gewichtsvorteil von Aluminium einen Nutzen, den man in Zeiten steigender Kraftstoffpreise nicht vernachlässigen sollte.

Der Fokus bei der Entwicklung zukunftsweisender Gießverfahren sollte darauf gerichtet sein, den Nutzwert des Werkstoffes Aluminium hoch zu halten, das heißt, seine Gestaltungsmöglichkeiten sowie seine werkstoffliche Leistungsfähigkeit voll zu entwickeln und die Fertigungskosten auf ein Maß zu reduzieren, das die Attraktivität des Werkstoffes für den Motorblock erhält.

Zur Realisierung der erstgenannten Punkte muss der Fokus auf Gießverfahren liegen, die auf der einen Seite den Einsatz von Sandkernen zur Erhaltung der Gestaltungsfreiräume erlauben und auf der anderen Seite für die Erreichung optimaler Werkstoffeigenschaften eine geregelte Formfüllung und Erstarrung erlauben. Beide Voraussetzungen sind erfüllbar, sobald man auf die sehr rabiate Formfüllung mittels Kolbenkraft zu verzichten bereit ist.

In langjähriger Forschungs- und Entwicklungsarbeit hat die Hydro Aluminium eine Verfahrenskombination entwickelt, RotaCast-LowPressure und Core-Package 21, die beiden Zielsetzungen gerecht werden.

In dem angebotenen Vortrag sollen diese beiden neuen Gießverfahren präsentiert und in den Kontext des Anwendungsgebietes gestellt werden.

### Kornfeinung von Magnesium-Legierungen

P. Schumacher, G. Klösch, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben u. Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversität Leoben

Die Kornfeinung von Magnesium-Legierungen und insbesondere für Mg-Al-Legierungen ist eine Schlüsseltechnologie für den Magnesiumguss. Der Vortrag gibt einen kurzen Überblick über gegenwärtige Kornfeinungsmethoden und ihre physikalischen Wirkungsweisen, die Keimbildung und Wachstumsbehinderung durch Legierungselemente zu Grunde liegen.

Anhand von Mg-Al Legierungen werden Ansätze aufgezeigt, die zu einem universellen Kornfeinungsmittel für Magnesiumlegierungen führen können. Insbesondere werden erste Resultate für Kornfeinungsmittel mit ZrB<sub>2</sub> Zusätzen dargestellt.

Für Mg-Al-Legierungen mit 0,1 Gew. % ZrB<sub>2</sub> Zusätzen wurden im TP1 Kornfeinungstest Kontaktzeiten und Korngrößen gemessen. Für Abkühlraten von 4 °C/min können Korngrößen kleiner als 100 µm für aluminiumhaltige Mg-Legierungen erreicht werden. Die Auswirkungen von ZrB<sub>2</sub> Kornfeinungsmittel auf kommerzielle Legierungen vom Typ AZ und AM werden diskutiert.

### Technologische Rahmenbedingungen für schweißgeeigneten Druckguss

Dr. Andreas Kleine, TRIMET ALUMINIUM AG, Essen

Dem Einsatz von Aluminium im Bereich Karosserie wird eine zunehmend wachsende Bedeutung vorausgesagt. Dieser Sachverhalt war seitens der TRI-

MET ALUMINIUM AG eines der Motive, um die Prozessentwicklung zur Herstellung von gasamen schweißgeeigneten Druckgussbauteilen in den Fokus der F&E-Aktivitäten zu rücken. Die TRIMET ALUMINIUM AG hat daher die Chance wahrgenommen, im Rahmen des InnoRegio-Verbundprojekts grundlegende Erkenntnisse bezüglich der Herstellung gasamer schweißgeeigneter Aluminium-Druckgussbauteile zu erarbeiten. Auf der Basis dieser Erkenntnisse erfolgte die Festlegung technologischer Rahmenbedingungen. Konkret sind folgende Ergebnisse von technischer Relevanz:

- Zur Erreichung einer weitgehend beruhigten Formfüllung sind möglichst große Anschnittquerschnitte zu wählen. Eine Staufüllung, die zum vorzeitigen Verschließen des Entlüftungssystems führt, ist zu vermeiden.
- Die Geschwindigkeit des Kolbens in der ersten Gießphase darf einen kritischen Wert nicht überschreiten, da sonst die in der Gießkammer befindliche Luft in das Bauteil eingeschlossen wird.
- Um eine wirksame Evakuierung der Form sicherzustellen, ist eine effektive Vakuumsteuerung erforderlich.
- Die Wirksamkeit des Vakuums wird entscheidend durch die Gestaltung des Entlüftungssystems beeinflusst. In diesem Zusammenhang ist die Anordnung der Überlaufbohren und deren Verbindung zu einem Entlüftungssystem von großer Bedeutung.
- Da die Kontaktreaktion der Schmelze mit den Kolbensmischer- und den Formtrennstoffen die bedeutendste Quelle für Gaseinschlüsse ist, muss eine Minimierung der Einsatzmengen erreicht werden.
- Einen wichtigen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften haben Vorerstarungen. Zu deren Vermeidung ist eine Schmelzedosierung zu wählen, die zu einem möglichst geringen Temperaturverlust führt. Darüber hinaus ist ein hoher Füllgrad der Gießkammer zur Vermeidung von Vorerstarungen anzustreben.

**Dokumentationspflichtige Bauteile aus Aluminium-Druckguss**

Dr.-Ing. Norbert Grov, ae formen- und werkzeugbau gmbh, Schortens und Dipl.-Ing. Anton Spatzenegger, ae lighth metal casting gmbh & co kg, Untersuhl

Derzeit wird ein immer stärkerer Trend zum Einsatz von dokumentationspflichtigen Komponenten aus Aluminium-Druckguss in Fahrzeugen beobachtet. Solche Bauteile erfüllen die Festigkeitsanforderungen bei geringen Eigengewichten. Durch den Einsatz von Druckgussbauteilen, welche diese Forderungen erfüllen, wird der Wirtschaftlichkeit Rechnung getragen. Viele Anwendungen erfordern Festigkeitseigenschaften, die nur mit Hilfe einer Wärmebehandlung erzielt werden können. Vor wenigen Jahren noch galt Aluminium-Druckguss als nicht schweißgeeignet, noch konnte er wärmebehandelt werden. Ursache hierfür waren in den Bauteilen zwangsgelöste und in Poren komprimierte Gase. Wasserstoff hatte zum Zeitpunkt der Untersuchungen den größten Anteil an den Problemen, die bei der Wärmebehandlung und bei Schweißungen auftraten. In umfangreichen Forschungsvorhaben konnten die Ursachen für den Gasgehalt ermittelt und ihre Auswirkung reduziert werden. Daher können heute Bauteile aus Aluminium-Druckguss sowohl schweißgeeignet als auch wärmebehandelbar hergestellt werden.

Heute werden dokumentationspflichtige Bauteile mit höchsten Anforderungen in Serie aus Aluminium-Druckguss produziert. Es werden Anwendungen hierfür erläutert und Entwicklungstendenzen im Druckguss anhand von Beispielen aufgezeigt.

**Anforderungen an Aluminiumgussteile für den Fahrzeugbau und Lösungswege**

Dr.-Ing. Franz Mnich, Dipl.-Ing. Hans-C. Saewert, Rautenbach-Nemak, Wernigerode und Prof. Dr.-Ing. habil. Rüdiger Bähr, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Die Automobilindustrie, als ein Hauptabnehmer von Gussprodukten, stellt erhöhte Anforderungen und gilt als Innovationstreiber für die Entwicklung von Gießverfahren und Gusswerkstoffen. Bei verkürzten Entwicklungszeiten sind komplexe und komplizierte Gussteile bei Beachtung der Leichtbauprinzipien mit nennenswerten Anforderungen an die Nutzungseigenschaften und mit einer gleichmäßigen und hohen Qualität zu fertigen.

Am Beispiel von Zylinderköpfen und Zylinderkurbelgehäusen wird im Beitrag gezeigt, wie sich die Entwicklungen im Motorenbau zur Steigerung der spezifischen Leistung auf die Bauteilgestaltung sowie ihre Fertigungstechnik auswirken. Höhere Drücke und Temperaturen im Motor (Diesel) erfordern höhere globale und lokale Festigkeiten. Gestiegenen Erwartungen bezüglich der Qualität und Lebensdauer der Produkte ist Rechnung zu tragen.

Zur Verbesserung der Effektivität der Kühlung des Zylinderkopfes werden Wasserräume mit einem Ringkanal eingesetzt. Ein Computertomograph in

der Gießerei ermöglicht nicht nur eine verbesserte Produktkontrolle und Schadensanalytik, sondern wird auch als effizientes Entwicklungstool genutzt. Über die Optimierung der Wärmebehandlung wird eine Verbesserung der Schwingfestigkeit bei erhöhter Temperatur erreicht.

Eine Weiterentwicklung des bekannten Kippgießverfahrens für die Fertigung von hochbeanspruchten Zylinderköpfen mit der Möglichkeit zur Wanddickenoptimierung stellt das NDCS-Verfahren (Nemak-Dynamic-Casting-System) dar. Über eine gesteuerte Füllung eines Querlaufes und eine sich anschließende Kippbewegung können die Vorteile des Schwerkraft-Kokillengusses im Kopfguss weiter ausgereizt und um eine ruhige und turbulenzarme Formfüllung ergänzt werden.

Ein Verbundforschungsvorhaben innerhalb der „Innovativen Regionalen Wachstumskerne“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung vereinigt Partner aus Industrie und Wissenschaft, die gemeinsam nach Wegen zur effizienteren Fertigung von Aluminiumbauteilen (AL-CAST) suchen. Schwerpunkte sind die Gusswerkstoffe, die Entwicklung von Gießverfahren, die Simulation, der Werkzeugbau sowie die Bauteilprüfung.

**Innovative Maschinenbaukonzepte für die Gussteilherstellung – von der Schmelze bis zum fertig bearbeiteten Gussteil**

Dipl.-Ing. Matthias Gamisch, Fill Gesellschaft m.b.H., Gurten / OÖ

Seit Jahrzehnten ist der Maschinenbau ein wichtiger Wegbereiter für Produktionsprozesse, speziell auch in der Gießereiindustrie. Während in der Vergangenheit der Fokus vorwiegend auf der Sicherstellung der qualitativen Ausführung der Maschinenbautechnik lag, wird dieser Aspekt gegenwärtig oft als erledigt betrachtet (im Sinne von „Stand der Technik“).

Die Anlagenkonzepte haben im Gegenzug an Bedeutung gewonnen, sie entscheiden sowohl für die Gießereien als auch für die Maschinenbauer als Lieferanten der Anlagen häufig über Erfolg oder Misserfolg. Viele der bereits erarbeiteten Anlagenkonzepte werden aus heutiger Sicht einen wesentlichen Anteil am zukünftigen Stand der Technik bilden.

Ein nächster, logischer Schritt ist die Unterstützung der Gießereien bei der Optimierung der Produktionsanlagen. Dabei geht es nicht mehr um Automatisierung im Sinne der Substitution von manuellen Tätigkeiten und Steuerung von Abläufen. Es geht um die Nutzung moderner Systeme und Verfahren (z.B. Data Mining) zur effizienten Produktivitätssteigerung von Maschinen und Anlagen.

Der Maschinen- und Anlagenbau hat bei diesem Schritt wieder die Funktion eines Wegbereiters, die Entscheidung über die Nutzung der Systeme und Verfahren liegt aber beim Anlagenbetreiber.

Ausgehend von dieser Betrachtung bietet der Vortrag Informationen sowohl über Maschinen- und Anlagenkonzepte als auch über zukünftige Möglichkeiten zur Prozessoptimierung.

Behandelt werden unter anderem folgende Themen:

- Gießmaschinenkonzepte
- Automatischer Gießöffelwechsel
- Elektronische Überwachung von Kokillen-Kühlkreisläufen
- Rekonfigurierbare Werkzeugmaschinen
- Data Mining

**Vortragsreihe III – Betriebswirtschaft und Anlagentechnik**

**Aspekte zur Investitionsrechnung in Gießereien**

Dipl. Kfm. Bernhard van Acken, DGV Deutscher Gießereiverband, Düsseldorf

Zur Erhaltung der Ertragskraft einer Gießerei sind Investitionen erforderlich. Je nach Eigenschaft kann man zwischen Ersatz-, Rationalisierungs- und Erweiterungsinvestition differenzieren. Grundlagen für eine Entscheidung sind technische Parameter der Investitionsalternativen sowie betriebswirtschaftliche Überlegungen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit. Im Rahmen des Vortrags werden einige Aspekte der Investitionsrechnung am Beispiel: „Planung eines neuen Schmelzbetriebs und Einsatz einer neuen Kernschießmaschine“ vorgestellt. Schwerpunkt sind die Aufstellung der Zahlungsreihen sowie die Nutzung der Sensitivitätsanalyse.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass aus Vereinfachungsgründen alle Aufwendungen als auszahlungswirksam angesehen werden und Finanzierungskosten aus der Betrachtung ausgespart bleiben. Zur Beurteilung der Investitionsalternativen kommen die Kapitalwertmethode und die dynamische Amortisation zum Tragen. Die genannten Zahlen und Ergebnisse sind nicht „allgemeingültig“, sondern dienen lediglich als Beispiel und zur Verdeutlichung!

Situation: Das derzeitige Schmelzaggregat soll durch einen Kupolofen oder einen entsprechenden Elektroofen ersetzt werden. Ziel ist die Fertigung komplexer, kernintensiver Gussteile. Aus diesem Grund ist auch die Anschaffung einer neuen Kernschießmaschine geplant.

Die Auswirkungen der Investition (Kosten- und Umsatzänderungen) kann man nur schwer allein dem Schmelzbetrieb bzw. anteilig der neuen Kernschießmaschine zurechnen. Aus diesem Grund wird die gesamte Gießerei als Investition aufgefasst und quasi als eine Plankostenrechnung über 20 Jahre abgebildet. Dabei spielen folgende Parameter eine entscheidende Rolle:

- Vollständige Investitionskosten aller Alternativen („Anfangsauszahlung“)
- Gattierungsrechnungen der Schmelzaggregate
- Menge geplanten Netto-Rohgusses jedes Formbereiches
- Sphärogussanteil der zusätzlichen Tonnage (Rest = Grauguss)
- Kernanteil: wie viel und welcher Kernstoff wird benötigt?
- Entwicklung der Stückgewichtsgruppen
- Entwicklung der einzelnen Kostenarten
- Festlegung der fixen und proportionalen Kostenbestandteile aller Kostenarten
- Durchschnittserlöse pro Werkstoff und Formbereich
- „Kostenpuffer“ zur Abdeckung des Risikos

Die laufenden Betriebskosten der alternativen Schmelzaggregate und der Kernschießmaschine werden aus den Vergleichszahlen der Fachberatung Betriebswirtschaft des DGV abgeleitet, angepasst um gießereispezifische Gegebenheiten (Stundenlöhne, Strompreise etc.). Ein eigens dafür programmiertes Excel®-Tool errechnet darauf aufbauend die gesamten Plankosten der Gießerei über 20 Jahre. Diesen „Auszahlungen“ wird der geplante Umsatz als „Einzahlung“ gegenübergestellt, der Kapitalwert sowie die Amortisationsdauer sind im Tool sofort ablesbar.

Sind in diesem Programm die individuellen Daten einmal eingestellt, kann man recht einfach und schnell einzelne Parameter ändern (z. B. Lohnerhöhungen oder langsamere Steigerung der Tonnage etc.) und sofort die Auswirkung auf das Investitionsergebnis ablesen. So erhält man Aufschluss über Parameter der Investitionsrechnung, die stark das Ergebnis beeinflussen und dementsprechend sorgfältig geplant werden sollten (Sensitivitätsanalyse).

#### **Qualitätskosten: Ihre Erfassung und Verrechnung, Auswertung und Kontrolle sowie die Ableitung von Zielvorgaben**

Dipl.-Volksw. Andreas Wiemann, GDM Gesamtverband Deutscher Metallgießereien, Düsseldorf

Das „Qualitäts-Management“ hat sich in den letzten Jahren erheblich verändert. Aus den rein überwachenden Aufgaben der „Qualitätssicherung“ ist ein Managementsystem entwickelt worden, das sich in verschiedene Bereiche aufgliedern und bewerten lässt.

Die Qualitätskosten lassen sich in die Elemente Fehlerverhütungskosten, Prüfkosten und Fehlerkosten unterteilen. Diese Elemente müssen strukturiert erfasst, verrechnet, ausgewertet und kontrolliert werden, um aus ihren Ergebnissen Zielvorgaben ableiten zu können.

Dieser Struktur folgend sollten entsprechende Kostenstellen gebildet werden und um einzelne Betriebsabrechnungsbogen und die sich daraus ergebenden Stundensatzrechnungen erweitert werden.

Je nach Struktur des einzelnen Betriebes können folgende Kostenstellen abgebildet werden: Qualitätsmanagement / Fehlerverhütungskosten, Materialanalyse und Materialprüfung, Prozessüberwachung, fertigungsbegleitende Prüfungen sowie Mess- und Prüftechnik. Auf diese Weise werden die Qualitätskosten in ihre Hauptkostenblöcke zerlegt, sie werden transparent gemacht und in ihren Einzelgrößen dargestellt, so dass ihre Veränderungen interpretiert werden können, um dann entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

Je nach Anforderungen des Unternehmens können aus diesen Kostenstellen einzelne, auftragsbezogene Kosten (z.B. Kosten der Spektralanalyse, der Röntgenanlage oder der 3D-Messung) ausgegliedert werden, um sie den sie verursachenden Kostenträgern direkt zu zurechnen.

Auf diese Weise werden diese Kosten verursachungsgerecht dem Produkt zugeordnet und die umlageempfangenden Hauptkostenstellen um die ausgegliederten Kosten entlastet.

Die Fehlerkosten lassen sich in der Regel nicht direkt aus der Kostenrechnung oder der Finanzbuchhaltung ableiten. Die Fehlerkosten können über eine entsprechende Nachkalkulation des Kostenträgers auf Basis der bis zur Fehlererkennung angefallenen Herstellkosten, zuzüglich der angefallenen V&V, bewertet werden.

Führt man die Summe der o.g. Kostenstellen und die Summe der Fehlerkosten zusammen, kann eine Auswertungs- und Planungsübersicht der Qualitäts-

kosten zu Soll-Ist-Vergleichen erstellt und die daraus abzuleitenden Kennzahlen erhoben werden. Diese Kennzahlen werden über die Leitungsebene zur eventuellen Revision der Qualitätsziele und zu einer *Unternehmensführung mit Abweichungsanalyse und Abstellmaßnahmenkatalog* führen.

Weitere Vorteile einer tiefer gegliederten Abrechnung der Qualitätskosten sind:

- Klare Eingruppierung der Fehlerverhütungs-, Prüf- und Fehlerkosten;
- Verursachungsgerechtere Umlage- und Abrechnungssysteme der Qualitätskosten;
- Senkung der Stundensätze von Hauptkostenstellen (z.B. der Druckgießerei) durch Kostenausgliederung auftragsbezogener Qualitätskosten aus Hilfskostenstellen;
- Kurzfristige Verfügbarkeit der angefallenen Qualitätskosten und deren Strukturen;
- Klare Datenbasis für ein Qualitätskennzahlensystem.

Somit bietet eine einfache Differenzierung der Kosten des Qualitätswesens und deren strukturierte Zuordnung ein effizientes System zur Ableitung von Qualitätskennziffern und zur Kontrolle und Optimierung von Prozessen.

#### **Ertragskennzahlen der Eisen-, Stahl- und Temporgießereien**

Dr. Norbert Wichtmann, DGV Deutscher Gießereiverband, Düsseldorf

Wenn man über Ertragskennzahlen spricht, stehen die Gesamtkapitalrendite und die Rendite bezogen auf die Gesamtleistung (Leistungs- oder Umsatzrendite) stets im Mittelpunkt des Interesses. Doch was sagen diese Kennzahlen aus? Und vor allen Dingen: Wodurch werden sie beeinflusst, bzw. wie kann man sie verbessern? Das sind die zentralen Fragen, die in dem Vortrag beantwortet werden sollen.

Grundlage für die Ausführungen sind die Ergebnisse einer Umfrage des Deutschen Gießereiverbandes (DGV) zu den Bilanz- und Ertragskennzahlen im Sommer 2005. Dabei liegen den Kennzahlen folgende Definitionen zugrunde:

- Gesamtkapitalrendite: Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit plus Zinsaufwand bezogen auf die Bilanzsumme.
- Leistungsrendite: Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit bezogen auf die Gesamtleistung.

Die Ergebnisse der Umfrage waren erneut sehr heterogen. Und wieder zeigte sich: Eine einzelne Zahl kann nicht immer den Erfolg oder Misserfolg eines Unternehmens widerspiegeln. Schwierig wird es insbesondere dann, wenn man die Ergebnisse von zwei Unternehmen miteinander vergleichen will. Denn bereits die Definitionen der Kennzahlen verdeutlichen: Betriebsaufspaltungen, die Art und Weise der Unternehmensfinanzierung, aber auch Alter und Zustand der Maschinen und Anlagen beeinflussen die Kennzahlen erheblich und erschweren letztlich den direkten zwischenbetrieblichen Vergleich. Unter Umständen muss man im Einzelfall sogar sehr genau prüfen, was man überhaupt miteinander vergleichen kann. Gegebenenfalls ist es besser, manchmal sogar notwendig, andere Kennzahlen zugrunde zu legen oder zusätzlich zu analysieren. Beispielhaft seien hier Ebit (Earnings before interests and taxes) oder Cash-Flow angeführt.

Da Erträge letztlich auf Leistung zurückzuführen sind, soll auch auf einige Leistungskennzahlen eingegangen werden. Bei der in unserer Branche gegebenen personalintensiven Fertigung stehen vor allen Dingen die personenbezogenen Kennzahlen im Mittelpunkt des Interesses. Zu erwähnen sind hier sicherlich Umsatz, Rohertrag und das Verhältnis zum Gesamtpersonalaufwand pro Mitarbeiter. Sie sind letztlich der Schlüssel zum Erfolg, wenn es darum geht, die Ertragskennzahlen zu verbessern. So drückt der Rohertrag aus, welche Werte durch die im Betrieb eingesetzten Mitarbeiter und Sachanlagen geschaffen worden sind. Schaut man dann auf den Ertrag, auf den Erfolg, zeigt sich immer wieder, dass insbesondere der Relation von Rohertrag zu Personalaufwand eine zentrale Bedeutung zukommt.

**Teil II der Rückschau in Kurzberichten auf den Deutschen Gießereitag Bremen (3./4. April 2006) folgt im Heft 7/8 – 2006 der Gießerei Rundschau Ende August d. J.**

# Ein virtuelles On-line Trainingsystem für berufliche Ausbildung

## OVOTRAIN On-line Virtual Vocational Training System

EU LEONARDO project  
EU LEONARDO project



authors: K. Bakó, K. Lengyel  
TP Technoplus, Budapest

The OVOTRAIN project started on 1 October 2005 and will end on 30 September 2007.

**Target group:**

Workers at their work, resp. secondary school and university students, translators, etc..

**Partners:**

- AGH University of Science and Technology, Poland
- Czech Foundrymen Society, Czech Republic
- Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation, Germany
- TP Technoplus Ltd., Hungary
- University of Miskolc, Hungary
- Vemek s.r.l., Italy



**Abstract**

OVOTRAIN On-line Virtual Vocational Training System is based on the successfully implemented Leonardo project entitled "Metallurgical Expression Translation System" (Metaltransys). OVOTRAIN focuses on content and language integrated learning (CLIL) by creating a 7-language internet based expression-dictionary system in metallurgy and mechanical engineering completed with virtual vocational training opportunities. Metaltransys project has developed an illustrated English-German-Hungarian-Swedish language expression dictionary in metallurgy with 11000 terms and their explanations. OVOTRAIN translates dictionary to Czech, Italian and Polish, and develops virtual reality based training systems. Products in virtual reality provide producers and operators of equipment and machines, students and apprentices the opportunity for effective training and short-term adjustment to operating, control and process operations. It can be used on-line on website [www.ovotrain.com](http://www.ovotrain.com).

**Key words:**

metallurgy, seven-language dictionary, virtual vocational training

The project has received funding from the European Communities

**Conclusions:**

OVOTRAIN users will exercise assembling through digital mock-ups equipment, running these equipment, production shops supported them by entries from the dictionary, respectively creating new terms with explanations and illustrations in order to enlarge the dictionary escorted by increasing it's value. OVOTRAIN enables them to construct machines and equipment in the framework of virtual reality. The Czech-English-German-Hungarian-Italian-Polish-Swedish language illustrated explanation dictionary with most modern, virtual reality based vocational training system will be an unique language learning tool in metallurgy and mechanical engineering. Target group with medium or advanced level language knowledge can use the system on-line individually in their life long learning or in the frame of vocational training schools and at universities.

TP TECHNOPLUS LTD.  
H-1037 Budapest, Bécsi út 287.  
[www.tptechnoplus.hu](http://www.tptechnoplus.hu)



# Veranstaltungskalender

## Weiterbildung – Seminare – Tagungen – Kongresse – Messen

Der Verein Deutscher Gießereifachleute (VDG) bietet im Jahr 2006 folgende Weiterbildungsmöglichkeiten an:

Datum:	Ort:	Thema:
<b>2006</b>		
21./22.06.	Heilbronn	Kupfer-Gußwerkstoffe und ihre Schmelztechnik (S)
22./23.06.	Duisburg	Schmelzen von Aluminium (QL)
22./24.06.	Gummersbach	Führen mit Persönlichkeit – Aufbautraining zum Workshop „Erfolgreiches Führen“ (WS)
14./16.09.	Duisburg	Grundlagen der Gießereitechnik (QL)
20.09.	Dresden	Ausferritisches Gusseisen mit Kugelgraphit (ADI). (IV)
21./23.09.	Bad Kissingen	Erfolgreiches Führen (WS)
26./27.09.	Heilbronn	Metallurgie und Werkstofftechnik der Gusseisen-Werkstoffe (S)
05./07.10.	Stuttgart	Grundlagen der Gießereitechnik (QL)
11./12.10.	Heilbronn	Leichtmetall-Gußwerkstoffe und ihre Schmelztechnik (S)
13./14.10.	Duisburg	Schmelzbetrieb in Eisengießereien (QL)
18./19.10.	Essen	Betriebsdaten-Management (BDM). (WS)
24./25.10.	Duisburg	Schweißen von Gusseisen (PL)
25./26.10.	Heilbronn	Schichten von Sandformen und Kernen (S)
08.11.	?	Praxis des Schmelzens im Induktionsofen (MG)
10./11.11.	Stuttgart	Schmelzen von Aluminium (QL)
15./16.11.	Heilbronn	Fortbildungslehrgang für Immissionschutzbeauftragte in Gießereien (FL)
15./16.11.	Dresden	Herstellung von Gusseisen mit Kugelgraphit (S)
17./18.11.	Duisburg	Putzerei und Rohguß-Nachbehandlung (QL)
29./30.11.	Heilbronn	Moderne Technologien im Modell- und Formenbau (S)
01./02.12.	Heilbronn	Schmelzen von Kupfer-Gußwerkstoffen (QL)
06./07.12.	Duisburg/D`dorf	Praxis der Metallografie für Gusseisen-Werkstoffe (PL)
07./09.12.	Duisburg	Grundlagen der Gießereitechnik für Eisenguß (QL)
14./16.12.	Schwelm	Erfolgreiches Führen (WS)

Änderungen vorbehalten!

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

**Nähere Informationen** erteilt der VDG: D-40237 Düsseldorf, Sohnstraße 70,

Tel.: +49 (0)211 6871 0, E-Mail: [weiterbildung@vdg.de](mailto:weiterbildung@vdg.de), Internet: [www.vdgweiterbildung.com](http://www.vdgweiterbildung.com)

Leiter der VDG-Weiterbildung: Dipl.-Ing. Marc Sander, Tel.: +49 (0)211 6871 363, E-Mail: [marc.sander@vdg.de](mailto:marc.sander@vdg.de)

## Weitere Veranstaltungen:

### 2006

20./22.06.	Leipzig	Z 2006 – Die Zuliefermesse
21./23.06.	Osnabrück	Praxis d. Bruch- u. Oberflächenprüfung ( <a href="http://www.dgm.de">www.dgm.de</a> )
30.08./03.09.	Moskau	Interauto 2006 ( <a href="http://www.auto-fairs.com">www.auto-fairs.com</a> )
01./03.09.	Istanbul(TK)	Mold 2006
04./08.09.	Lausanne (CH)	Junior Euromat 2006 ( <a href="http://www.junior-euromat.fems.org">www.junior-euromat.fems.org</a> )
07./09.09.	Zakopane (PL)	6. Int. Conf. Modern Foundry Technologies ( <a href="http://www.odlew.agh.edu.pl/ochrona/">www.odlew.agh.edu.pl/ochrona/</a> )
12./17.09.	Frankfurt/M	<b>automechanika</b> 2006 –Wetleitmesse der automobilen Wertschöpfungskette ( <a href="http://www.messefrankfurt.com">www.messefrankfurt.com</a> )
13./15.09.	Portoroz	46. Slowenische Gießereitagung ( <a href="http://www.drustvo-livarjev.si">www.drustvo-livarjev.si</a> )
16.09.	Portoroz	10. MEGI-Meeting der mitteleuropäischen Gießerei-Initiative
13./15.09.	Svratka (CZ)	Conf. on Prod. of Cast Steel a. Spheroidal Graphite Cast Iron
18./22.09.	Brno (CZ)	48. Int. Maschinenbaumesse MSV 06 ( <a href="http://www.bvv.cz/msv-de">www.bvv.cz/msv-de</a> )
19./23.09.	Stuttgart	AMB 2006 -Leitmessen f. zerspanende u. abtragende Werkzeugmaschinen u. Präzisionswerkzeuge ( <a href="http://www.amb-messe.de">www.amb-messe.de</a> )
20./22.09.	Essen	Aluminium 2006 – 6. Weltmesse mit Kongress ( <a href="http://www.aluminium-messe.com">www.aluminium-messe.com</a> )
20./22.09.	Aachen	Große Schweißtechnische Tagung
25./29.09.	Tbilis (Ge)	1 <sup>st</sup> Int. Foundrymen a. Material Scientist Congress of Georgia ( <a href="http://www.ifmsc.org.ge">www.ifmsc.org.ge</a> )
27./29.09.	Clausthal-Zellerfeld	Tagung des VDG-Fachausschusses Geschichte
27./29.09.	Kielce (PL)	Metal 2006 – 12. Int. Fair for Foundry Technologies ( <a href="http://www.targikielce.pl">www.targikielce.pl</a> ) und 4. NonFerMet ( <a href="http://www.nonfermet.targikielce.pl">www.nonfermet.targikielce.pl</a> )
28./29.09.	Lissabon	4.Int.Foundry Forum IFF 2006 ( <a href="http://www.international-foundry-forum.org">www.international-foundry-forum.org</a> )
10./12.10.	München	Materialica 2006

10./12.10.	Karlsruhe	INTERPART – 4.Zuliefermesse f. Leichtbau, Mikrotechnik u. akustische Qualitätssicherung (www.kundmedia.de)
10./13.10.	Wien	vienna-tec 2006 (automation – ie – intertool – Messtechnik Austria – Schweißen) (www.vienna-tec.at)
17./18.10.	Salzburg	4. Ranshofener Leichtmetalltage 2006 (www.lkr.at/lmt2006)
22./25.10.	Milwaukee (USA)	Investment Casting 54th Techn. Conf. & Expo
24./26.10.	Kiew (Ukraine)	Gießerei Messe (www.targikielce.pl)
06./09.11.	Dresden	7. Int. Konf. „Magnesium-Legierungen u. deren Anwendung“ (www.dgm.de/magnesium)
07./10.11.	Paris	MIDEST 2006 – 36.Int. Fachmesse f. Zulieferer (www.midest.com)
08./10.11.	Dresden	TransferX – Faszination Technologie (www.messe-ifm.de)
09./12.11.	Istanbul	Ankiros 2006 (www.ankiros.com)
10./11.11.	Frankfurt/M	Material Vision – Fachmesse u. Konferenz (www.material-vision.messefrankfurt.com)
12./14.11.	Sharm El-Sheik	6 <sup>th</sup> Arab Foundry Symposium ARABCAST 2006 (egyptfoundry@hotmail.com)
13./14.11.	Dresden	3.Hochschul-Kupfersymposium (www.kupferinstitut.de)
14./15.11.	Brno (CZ)	Int. Conf. „Czech Foundry Days“
14./18.11.	Basel (CH)	PRODEX mit SWISSTECH 2006 (www.prodex.ch, www.swisstech2006.com)
29.11./02.12.	Frankfurt	Euromold 2006 (www.euromold.com)
<b>2007</b>		
?/03.	Dubai (UAE)	ALUMEX – Middle East Aluminium Exhibition 2007
<b>12./16.06.</b>	<b>Düsseldorf</b>	<b>GIFA</b> (www.gifa.de) – <b>METEC</b> (www.metec.de) – <b>THERMPROCESS</b> (www.thermprocess.de) – <b>NEWCAST</b> (www.newcast-online.de) und <b>WFO TECHNICAL FORUM 2007</b>
23./26.10.	Stuttgart	LASYS Int. Fachmesse f. Systemlösungen i.d. Lasermaterialbearbeitung (www.lasys-messe.de) und „Stuttgarter Lasertage“ SLT

## Weitere Veranstaltungen

### ON-Seminar „Prüfbescheinigungen nach ÖNORM EN 10204 und andere Konformitätsdokumente“

ON Österreichisches Normungsinstitut Wien, 29. Juni 2006

Anfang 2005 traten bedeutende Änderungen bei den Regeln/Normen für die Konformität von Produkten und die Bescheinigung über Prüfungen in Kraft.

Die NORM EN 10204 wurde grundlegend überarbeitet, wobei einige sehr gebräuchliche Bescheinigungsarten gestrichen wurden, was Auswirkungen auf die betriebliche Praxis zur Folge haben wird.

Für die Konformitätserklärung des Anbieters wurde die EN 45014 parallel auf europäischer und internationaler Ebene als EN ISO/IEC 17050 übernommen.

Auf Beschaffung und Produktion, sowie auf technische Dokumente wie Zeichnungen, Prüfspezifikationen, Stammdatensätze für Produkte

und Einzelteile und die Dokumentation von Prüfergebnissen haben die Änderungen beträchtliche Auswirkungen.

In Gegenüberstellungen werden die Bescheinigungsarten neu/alt sowie auch die rechtlichen Wirkungen solcher Dokumente behandelt.

Die Seminarteilnehmer erhalten aktuelle und umfassende Informationen und können im Seminar auch eigene Probleme zur Sprache bringen.

**Weitere Informationen:** ON Seminare, Österreichisches Normungsinstitut, A-1020 Wien, Heinestraße 38, Tel.: +43 (0)1 21300 333, Fax: +43 (0)1 21300 350, E-Mail: [seminare@on-norm.at](mailto:seminare@on-norm.at), [www.on-norm.at/seminare](http://www.on-norm.at/seminare)

**voestalpine**  
**GIesserei TRAISEN GMBH**

## Aus den Betrieben

### Abguss von Walzenständern für die voestalpine Stahl GmbH/Breitbandstrasse

Die Breitbandstrasse der **voestalpine Stahl GmbH** erhält bis 2009 insgesamt 14 neue Walzenständer. Die Fertigstrasse mit ihren sieben Gerüsten, bestehend aus je zwei Walzenständern, soll bis 2010 komplett modernisiert werden.

Die 14 Walzenständer für dieses Projekt werden von der Stahlgießerei der **voestalpine Gießerei Linz G.m.b.H.** bis 2009 gegossen und geliefert.



Walzenständer

Die alten Walzenständer stammen aus den Jahren 1953, 1957 und 1974 und wiegen jeweils rund 80 Tonnen. Die neuen sind mit

einem Rohgewicht von 163 Tonnen und einem Fertiggewicht von 147 Tonnen fast doppelt so schwer wie die bisherigen.

Eine 150-Tonnen-„Schwerguss Herausforderung“ hieß es zu meistern – es ist dies der bisher größte und schwerste Einzelguss in der Geschichte der Gießerei.

#### Weltweit führend:

Nicht nur die Abwicklung der Logistik, auch die Qualität und das Know-how qualifizierten die Stahlgießerei Linz als einen der wenigen Anbieter, die in der Lage sind, diese Dimensionen zu gießen. Die flüssige Fertigschmelze wird direkt vom Stahlwerk geliefert. Vergossen wird eine große Pfanne zu 142 Tonnen und zwei „kleinere“ mit je 45 Tonnen Rohstahl. Zehn Stunden nach dem Guss werden nochmals 24 Tonnen nachgegossen. Die insgesamt 256 Tonnen Flüssigstahl werden für das Endprodukt, welches schließlich „nur noch“ 147 Tonnen im fertig bearbeiteten Zustand wiegt, benötigt.

Die ersten beiden Walzenständer werden im Herbst dieses Jahres an die **voestalpine Stahl GmbH** ausgeliefert werden. Im Herbst 2007 sollen dann weitere vier Stück folgen.



Abguss

Die restliche Lieferung ist für 2008 und 2009 vorgesehen.

#### Gießerei-Gruppe

Zusätzlich zu den 14 Walzenständern enthält der Bestellumfang auch den Abguss und die Fertigbearbeitung der erforderlichen Sohlplatten und Stützwalzeinbaustücke.

Doch nicht nur die Linzer Gießerei, sondern auch die **voestalpine Gießerei Traisen GmbH** ist an diesem großen Projekt beteiligt. Als Teil der Gießerei-Gruppe innerhalb der **voestalpine Stahl GmbH** liefert sie die Arbeitswalzeinbaustücke für das riesige Investitionsprojekt.

### Eröffnungsfeier der Kocel Steel Foundry (KSF), eines Joint Ventures der voestalpine Gießerei Linz GmbH mit dem chinesischen Partner Changcheng Suzaki Machine & Foundry (CSMF) Company



Nur 16 Monate nach dem Spatenstich fand am 9. 5. 2006 die offizielle Eröffnungsfeier des Joint Ventures der **voestalpine Gießerei Linz GmbH** mit dem chinesischen Partner **Changcheng Suzaki Machine & Foundry (CSMF) Company** in Yinchuan, autonome Provinz Ningxia, China, unter zahlreicher Teilnahme von Politikern, Managern, Kunden und Lieferanten statt.

Unter anderem würdigten Mr. Peng Fan, Chairman/ President von KSF, Hr. Wolfgang Lakata, Aufsichtsrats-Vorsitzender der **voestalpine Gießerei Linz GmbH** und Hr. Kurt Müllauer, Handelsdelegierter Österreichs in China, dieses Ereignis.

Gemeinsam mit dem chinesischen Partner verfolgt man eine durchaus ambitionierte Strategie, nämlich führend

als Lieferant für den Gas- und Dampfturbinenmarkt in China tätig zu sein, aber auch Kunden zu bedienen, zu denen die **voestalpine Gießerei Linz GmbH** bisher keinen Zugang hatte. Schrittweise wird jetzt die Produktion wie geplant

auf 10.000 jato hochgefahren; in der 2. Investitionsphase soll die Kapazität auf 20.000 jato erhöht werden.

#### Anlagenprofil:

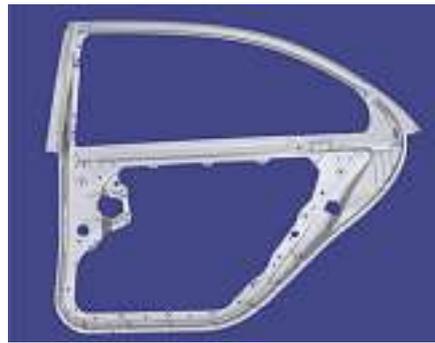
Elektrolichtbogenofen: 30 – 65 Tonnen  
 Pfannenofen: 30 – 70 Tonnen  
 VOD – Anlage: bis 70 Tonnen  
 Mittelfrequenz Induktionsofen: 2 x 20 Tonnen  
 Max. Flüssiggewicht: 240 Tonnen



## Druckguss macht das Rennen

Den Experten von GF Automotive, der Georg Fischer Druckguss GmbH im niederösterreichischen Herzogenburg, ist es erstmals gelungen, einen einteiligen PKW-Türinnenrahmen aus Aluminium-Druckguss in Serie zu produzieren.

Es handelt sich dabei um den Türinnenrahmen (**Bild**) für die neue S-Klasse von Mercedes Benz. Das innovative Gussteil verbessert die Stabilität der Tür und ist gleichzeitig



Montageträger für zahlreiche andere Komponenten.

Einen ausführlichen Bericht von P. Kerz enthält Heft 6 der GIesserei 93 (2006), S. 68 bis 71.

## Firmennachrichten



### Neuer MAGMASOFT® Modul MAGMAfrontier ermöglicht automatische Prozess- und Gussteiloptimierung – Autonome Optimierung in MAGMASOFT® integriert

MAGMAfrontier ist der erste Schritt für eine neue Generation von Optimierungssoftware, die den Gießer durch Lösungsvorschläge für optimale Prozessparameter oder die richtige Gießtechnik unterstützt. An Stelle von „trial and error“ mit kostspieligen Experimenten werden die Ergebnisse von Formfüll-, Erstarrungs- oder Spannungssimulationen zur Optimierung genutzt und jeweils eine Serie „kalter Abgüsse“ durchgeführt. MAGMASOFT® wird hierzu von MAGMAfrontier in eine Optimierungsschleife eingebunden, die nach der Definition von Optimierungszielen und Randbedingungen automatisch ohne Interaktion mit dem Anwender abläuft.

Die je nach aktueller Fragestellung vorgegebenen Zielgrößen werden dabei mit so genannten genetischen Algorithmen optimiert. Das Programm berechnet die verschiedenen untersuchten Designs in aufeinander folgenden Generationen. MAGMAfrontier „lernt“ jeweils aus den vorhergehenden Ergebnissen und findet auf diese Weise schnell zu einer optimalen Lösung. Dabei können unterschiedliche Ziele gleichzeitig untersucht werden, auch wenn sie im Konflikt zueinander stehen. Dies entspricht der Arbeitsweise der Gießer, die in ihrer täglichen Arbeit den richtigen Kompromiss finden müssen.

#### Automatische Optimierung erleichtert Arbeitsprozess

MAGMAfrontier erlaubt die zielgerichtete Auslegung von Gieß-, Anschnitt- und Speisungssystemen und vermeidet damit eine größere Zahl kostspieliger Versuche. Unter Verwendung parametrisierter Geometrien lassen sich beispielsweise Speiser in ihrer Art, Anzahl und Positionierung auf dem Gussteil variieren. So kann der Anwender

sein Gussteil gleichzeitig mit den Zielen maximale Dichtspeisung und minimaler Kreislaufanteil berechnen (**Bild 1**). Eine Vielzahl weiterer gießtechnischer Parameter kann mit MAGMAfrontier optimiert werden. Dazu gehören beispielsweise die Auslegung von Querschnittsflächen oder

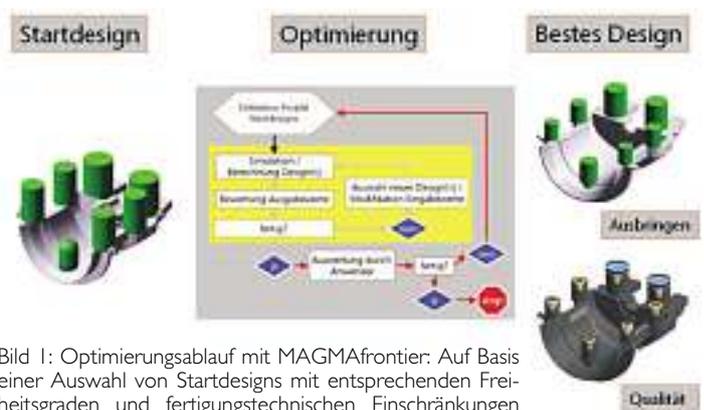


Bild 1: Optimierungsablauf mit MAGMAfrontier: Auf Basis einer Auswahl von Startdesigns mit entsprechenden Freiheitsgraden und fertigungstechnischen Einschränkungen untersucht der Optimierungsalgorithmus automatisch verschiedene Ziele gleichzeitig, wie hier Gussteilqualität und Kreislaufanteil.



Bild 2: Autonome Speiseroptimierung zur Vermeidung von Porositäten. (a) Ausgangssituation, (b) optimierte Lösung.

die Anzahl von Anschnitten durch die Optimierung der Formfüllung. Auch die beste Positionierung von Kühlkokillen oder die Lage von Kühlkanälen kann untersucht werden. Ein wichtiges Thema ist der Einfluss des Gießsystems auf den Bauteilverzug durch die bei der Abkühlung entstehenden Eigenspannungen.

Sowohl Speisungstechnik, Gießtechnik, als auch Anschnittgestaltung lassen sich mit MAGMAfrontier auf Basis der Ergebnisse von MAGMASOFT® optimieren (**Bilder 2, 3**



Bild 3: Bauteilverzug vor (a) und nach (b) der Optimierung der Laufgeometrien. Die Variation von Stegbreiten des Laufes zwischen den einzelnen Speisern führt zu unterschiedlicher Steifigkeit und Schwindungsbehinderung des Bauteils. Hierdurch konnte der Verzug des Krümmers deutlich reduziert werden.

und 4). Selbstverständlich ist auch die Variation von Prozessparametern in Bezug auf die Gussteilqualität möglich.

### Unterstützung der Qualitätssicherung

Durch die Formulierung von Optimierungszielen lässt sich die Ermittlung gießtechnischer Fertigungsparameter auf Produkteigenschaften ausrichten. So können die Gießtemperatur oder der Ausformzeitpunkt für gewünschte mechanische Eigenschaften von Gussteilen optimiert oder eine zu vergießende Legierung zielgerichtet in ihrer Zusammensetzung verändert werden.

Thermische Belastungen in Druckgusswerkzeugen können durch Optimierung der Kühlungs-, Sprüh- und Ausformbedingungen minimiert und gleichzeitig die Produktivität erhöht werden. MAGMAfrontier findet dabei auch Lösungen, die der Praktiker bisher nicht in Betracht gezogen hat.

Das Programm ermöglicht die Berechnung optimaler Simulationsparameter durch den

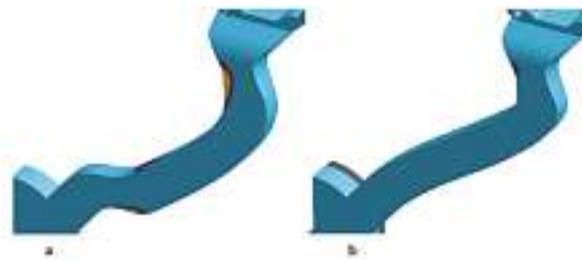


Bild 4: Automatische Optimierung eines Gießlaufes im Druckguss. MAGMAfrontier optimiert die Laufgeometrie mit dem Ziel, den Umfang an eingeschlossener Luft während der Formfüllung zu reduzieren. (a) schlechtes Design mit Bereichen mit eingeschlossener Luft (b) optimierte Laufgeometrie

Abgleich mit gemessenen Größen, beispielsweise von Gießbedingungen oder Materialeigenschaften – die so genannte inverse Optimierung. Die Ermittlung der realen Abkühlbedingungen beim Abschrecken von Zylinderköpfen aus Aluminium für die Simulation der Eigenspannungen ist ein Beispiel dafür.

Zusätzlich liefert MAGMAfrontier immer auch Informationen darüber, wie sich Änderungen der Einflussgrößen auf die Optimierungsziele auswirken. Das heißt, das Modul

zeigt, welche Einflussgrößen besonders wichtig sind und welche eine eher untergeordnete Bedeutung haben. Der Gießer erhält somit wichtige Informationen zur Gestaltung seiner Prozesse. MAGMAfrontier ergänzt das technische Wissen des Ingenieurs und liefert ihm wertvolle Hilfestellungen.

#### Kontaktadresse:

MAGMA GmbH, D-52072 Aachen, Kackerstraße 11, Tel.: +49 (0)241 88901 11, Fax: +49 (0)241 88901 60, E-mail: K.Wolf@magmasoft.de, www.magmasoft.de



Institut  
Werkstoff- und  
Strahltechnik

## Technologien und Systemtechnik zum Laserschweißen, zum Laserhärten und zum Laser-Auftragschweißen

Das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, Dresden, präsentierte auf der Hannover-Messe vom 24. bis 28. April 2006 innovative Laserbearbeitungstechnologien, insbesondere die folgenden drei Themen:

- Schweißrisse – Ihr Problem? (applikations- und werkstoffgerechte Lösungen beim Laserschweißen)
- Lassy – dynamisches Strahlformungssystem zur industriellen Laserrandschichtveredlung
- COAXn – modulare Systemtechnik zum Laser-Auftragschweißen

Auf dem Gebiet des **Laserstrahlschweißens** wurden in den letzten Jahren mehrere Industrieüberführungen von technologisch und werkstofftechnisch anspruchsvollen Problemlösungen in die industrielle Praxis realisiert. Ein aktuelles Beispiel ist die Weiterentwicklung des Laserstrahlschweißens mit werkstoffangepasstem Schweißzusatzwerkstoff für bisher nicht rissfrei schweißbare Getriebebauteile und dessen industrielle Überführung. Dabei werden beispielsweise zwei Bauteile als Mischverbindung aus Gußeisen bzw. mehrfach legiertem Vergütungsstahl mit einsatzgehärtetem Stahl geschweißt; zur Qualitätssicherung wurden bereits zum zweiten Mal eine plasmaspektroskopische Überwachung des Schweißprozesses sowie ein Laserreinigungsprozess integriert.

**Laserrandschichtveredelungsverfahren** wie Laserstrahlhärten, Laserstrahlum-schmelzen oder Laserstrahllegieren sind in den letzten Jahren durch die Verfügbarkeit preiswerterer zuverlässiger Laserstrahlquellen zunehmend als Nischenverfahren für lokal zu behandelnde Bauteilkonturen bei industriellen Anwendungen interessant geworden. Dabei steht häufig die Aufgabe, Laserbearbeitungsspuren mit einer Breite von einigen Millimetern zu erzeugen. Dazu stehen speziell angepasste Optiken der Laserhersteller zur Verfügung; problematischer ist die Erzeugung variabler Härtespurbreiten. Deshalb erfolgte im Fraunhofer IWS Dresden die Entwicklung eines dynamischen Strahlformungssystems. Es wurde ein vielseitig einsetzbarer robuster Scannerkopf namens „Lassy“ konstruiert, der für Hochleistungsdioden- oder Nd:YAG-Laser angewendet werden kann. Damit können beispielsweise Schneidwerkzeuge oder Turbinenschaufeln optimal gehärtet werden.

Das **Laserstrahl-Präzisions-Auftragschweißen** hat sich in den letzten Jahren in der industriellen Fertigung etabliert. Damit wächst die Nachfrage an serientauglichen Lösungen zur Integration des Verfahrens in den Produktionsablauf. So bewährt sich das weiterentwickelte off-line-Programmiersystem DCAM als komfortables Werkzeug in der Fertigungsvorbereitung. Es steht nun-

mehr verfahrensübergreifend für verschiedene Lasertechnologien zur Verfügung. Neben der Bahnprogrammierung sowohl von CNC-Maschinen als auch Robotern unterstützt es die Gestaltung der jeweiligen Bearbeitungsstrategie und die Wahl der Prozessparameter. Das modulare Pulverdüsensystem COAXn konnte um verkleinerte Varianten zur leichteren Integration in Maschinen und spezielle Diodenlaserdüsen erweitert werden. Aktuell wird an einer Version gearbeitet, die für die neue Faserlasertechnologie tauglich ist. Ein Überführungsbeispiel der gesamten Prozesskette ist eine Roboteranlage, die zum Auftragschweißen und Härten in der Werkzeugfertigung und -instandsetzung in der Schweiz verwendet wird.

Das Dresdner Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS betreibt anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung auf den Gebieten Lasertechnik und Oberflächentechnik. Ziel ist es, den Kunden des IWS Problemlösungen anbieten zu können und sie bei der industriellen Einführung zu unterstützen.

#### Kontaktadresse:

Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS Dresden, Dr. Ralf Jäckel, D-01277 Dresden, Winterbergstraße 28, Tel.: +49 (0)351 2583 444, Fax: +49(0)351 2583 300, E-Mail: ralfjaeckel@iws.fraunhofer.de, www.iws.fraunhofer.de

# Interessante Neuigkeiten



## 13. Internationaler Studententag der Metallurgie diesmal an der Montanuniversität Leoben



Über 250 Teilnehmer aus 15 Nationen waren zum „Internationalen Studententag der Metallurgie“ an die MUL nach Leoben gekommen

Foto: Freisinger

Der 13. Internationale Studententag der Metallurgie fand von 30. März bis 1. April an der Montanuniversität Leoben statt. Die veranstaltende Studentensektion der ASMET (Austrian Society for Metallurgy and Materials – früher Eisenhütte Österreich) konnte über 250 Teilnehmer aus 15 Nationen und 16 Bildungseinrichtungen begrüßen. Neben Teilnehmern aus Deutschland, Österreich, Tschechien, der Slowakei und Ungarn konnte auch eine Delegation aus Südkorea vom Graduate Institute of Ferrous Technology der Pohang University of Science and Technology unter der Leitung von Prof. Hae-Geon Lee begrüßt werden.

Der Studententag hat mittlerweile eine lange Tradition und findet seit 1993 im jährlichen Wechsel an den europäischen Universitäten für Metallurgie statt. Die Leobener

Metallurgiestudenten waren nun zum dritten Mal mit der Ausrichtung dieser Veranstaltung betraut. In der Vergangenheit eine eher kleinere Plattform zum Austausch unter Studenten, markiert dieser Studententag einen Höhepunkt in der Geschichte, nicht nur gemessen an der Zahl der Teilnehmer, sondern auch an der Anzahl der teilnehmenden ausländischen Professoren und Vertreter der Industrie. Dank der tatkräftigen Unterstützung durch die Industrie konnte mit diesem Studententag ein eindrucksvolles Bild der Montanuniversität und der ASMET Studentensektion vermittelt werden.

Den Beginn der dreitägigen Veranstaltung markierte ein Begrüßungsabend in Vordernberg, der historischen Wiege sowohl der Eisenerzeugung in der Steiermark als auch der Montanuniversität. In diesem geschichts-

trächtigen Umfeld fand ein reges Kennenlernen der Gäste untereinander statt. Der zweite Tag der Veranstaltung wurde einerseits mit Fachvorträgen der teilnehmenden Studenten und andererseits mit Exkursionen in die Industriebetriebe rund um Leoben verbracht. Ein festlicher Gesellschaftsabend im CCD Donowitz, bei dem bekannt gegeben wurde, dass der Studententag im kommenden Jahr an der TU Clausthal stattfinden wird, rundete den Tag ab. Am letzten Tag folgten wieder zahlreiche Vorträge durch die Studenten; bevor die Heimreise angetreten wurde.

**Informationen:** ASMET Studentensektion, Montanuniversität Leoben, A-8700 Leoben, Franz-Josef-Straße 18, Tel: +43 (0)3842 45189, Fax: +43 (0)3842 402 2202, E-Mail: studententag@metallurgie.at, www.metallurgie.at/studententag



## GUSSNEWS – Neuer Newsletter des GVS

Seit September 2005 gibt der Giesserei-Verband der Schweiz einen 6-seitigen DIN A4 Newsletter heraus, der über die

aktuelle Situation des Verbandes und der Schweizerischen Gießerei-Industrie berichtet. Die zweite Ausgabe dieser Informationsschrift April 2006 ist erschienen und zum Download bereit. Neben einem Kurzbericht – Schweizerische Gießereien als Zulieferer nach wie vor hoch im Kurs – enthält die Informationsschrift einen Überblick über die

aktuelle Entwicklung der Rohstoffkosten, ein Firmenporträt der ersten Druckguss-Gießerei Europas – der 1920 gegründeten Injecta Druckguss AG in Teufenthal/Aargau – Produkte-News, eine Veranstaltungsvorschau u.a.m. Der Newsletter steht allen Interessenten auf der Internetseite des GVS zur Verfügung: [www.giesserei-verband.ch](http://www.giesserei-verband.ch).



## Mitglieder- informationen

### Neue Mitglieder

#### Persönliche Mitglieder

**Schilhuber, Helmut**, A-4470 Enns, Droselstraße 4

#### Firmenmitglieder

**SKW Gießerei GmbH**, D-84579 Unterneukirchen, Fabrikstraße 2

### Personalien

#### Wir gratulieren zum Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Dr.mont. **Karl Wagner**, D-87549 Rettenbach / Allgäu, Kalchenbachweg 12, nachträglich **zum 85. Geburtstag** am 25. Mai 2006.



Karl Wagner studierte an der RWTH Aachen und begann seinen Berufsweg 1947 bei der Karl Schmidt GmbH in Hamburg und Neckarsulm. 1957 ging er zur Maschinenfabrik Esslingen. Von 1964 bis 1967 war Dipl.-Ing. Karl Wagner Betriebsdirektor bei der Friedrich Krupp Schmiede und Gießerei in Essen, danach von 1967 bis 1971 Technischer Werksleiter der Friedrich-Wilhelms-Hütte in Mühlheim, der damaligen Rhein Stahl Giesserei AG; dann bis 1974 in gleicher Position bei der Stotz AG in Kornwestheim und schließlich bis zu seiner Pensionierung 1984 Technischer Werksleiter der Thyssen Giesserei AG Concordiahütte in Bendorf.

Viele Jahre war Dipl.-Ing. Karl Wagner Mitglied des VDG-Vorstands, Vorsitzender der VDG-Fachgruppe I Eisenguß, Leiter des Fachausschusses Gusseisen und Mitglied des VDG-Forschungsbeirats. Wagners unablässiges Bemühen um den Fortschritt des Gießereiwesens ist 1984 mit der Verleihung der Bernhard-Osann-Medaille gewürdigt worden. Nach dem Ausscheiden aus dem akti-

ven Dienst übernahm Karl Wagner von 1985 bis 1994 mit der Leitung des VDG-Fachausschusses Geschichte erneut eine interessante und lohnende Aufgabe.

1993 promovierte Dipl.-Ing. Karl Wagner mit seiner Arbeit zum Thema „Der Einfluss von Werkstoff, konstruktiver Gestalt und Formverfahren auf die Maßunterschiede zwischen Modell und Gussstück“ am Institut für Gießereikunde der Montanuniversität Leoben zum Dr.mont. Diese Arbeit führte nicht nur zu einer neuen Betrachtungsweise des Schwindmaßes, sondern zeigte auch Lösungen zur rechnerischen Voraussage des Schwindmaßes mit Hilfe der multiplen Einflußgrößenrechnung auf.

Dipl.-Ing. Dr.mont. Karl Wagner ist seit 2003 Mitglied des Vereins Österreichischer Gießereifachleute.

Herrn **Josef Kugler**, A-1040 Wien, Danhausergasse 3/4, **zum 60. Geburtstag** am 21. Juni 2006.



Geboren in Wien, studierte Josef Kugler an der HTBL Wien X Gießereitechnik und begann 1965 seine berufliche Laufbahn bei den Eisenwerken Schmid & Söhne in Wilhelmsburg. Gießereiasistent, Leitung des Schmelzbetriebes und der Glüherei sowie Aufbau und Führung des Qualitätswesens und die technische Betreuung der Schlüsselkunden waren die Funktionen, die Ing. Josef Kugler bei der stark exportorientierten Kundengießerei ausführte. Im Jahre 1973 wechselte Kugler zur Firma Hübner Vamag in Wien und übernahm die Verantwortung für das Qualitätswesen. Es folgte die Übernahme der Gießereileitung in der Pumpenfabrik Vogel in Stockerau.

Nach 17 Jahren Tätigkeit in Gießereien wechselte Ing. Josef Kugler 1982 zur Firma Franz von Furtenbach, Chemische Werke, in Wiener Neustadt, wo er für die technische Beratung und den Verkauf zuständig war. Als Verkaufsleiter war er bis 1996 für das ehemalige Jugoslawien sowie für Bulgarien und Ägypten verantwortlich. Danach folgte ein Wechsel zur CHEMETALL GMBH, Sparte Gießereitechnik, in Frankfurt a.M.

Noch einmal zog es Josef Kugler zurück in die Gießerei, in den Verkauf der Voest Alpine Gießerei in Traisen.

Seine Gießereierfahrung, kombiniert mit seiner langjährigen Tätigkeit in der Zulieferindustrie führte schließlich dazu, dass Kugler im Jahre 2000 von der ASHLAND-SÜDCHEMIE-Gruppe zum Geschäftsführer der ASHLAND-SÜDCHEMIE-HANTOS GMBH, Wien, berufen wurde.

Ing. Josef Kugler ist seit 1980 Mitglied im Verein Österreichischer Gießereifachleute.

Herrn **Günter Schendl**, A-1230 Wien, Mathausergasse 5, **zum 50. Geburtstag** am 11. Juni 2006.

Herrn **Veit Schmid-Schmidfelden**, A-3150 Wilhelmsburg, Lilienfelderstraße 46a, **zum 50. Geburtstag** am 2. August 2006.

**Den Jubilaren ein herzliches  
Glückauf!**

### Unsere Toten

#### Wir trauern um

Dipl.-Ing. **Friedrich Schwarz**, A-1030 Wien, Hafengasse 10/6



geb. 16.05.1943

gest. 06.05.2006

Eine große Trauergemeinde nahm am 17. Mai 2006 auf dem Wiener Zentralfriedhof Abschied von Dipl.-Ing. Friedrich Schwarz, der am 6. Mai 2006 im 63. Lebensjahr unerwartet verstorben ist.

Sein beruflicher Lebensweg wurde im Heft 3/4 der Giesserei Rundschau 50 (2003), S. 98, anlässlich seines 60. Geburtstages, gewürdigt.

**Wir werden unserem verstorbenen  
Mitglied ein ehrendes Gedenken  
bewahren.**

## Jahreshauptversammlung 2006 des VÖG

Im Rahmen der 50. Österreichischen Gießerei-Tagung fand am Donnerstag, den 27. April 2006 um 17.45 Uhr im Hüttenmännischen Hörsaal der Montanuniversität Leoben auch die gut besuchte Jahreshauptversammlung des VÖG statt.

Erster Vorsitzender KR Ing. Michael Zimmermann begrüßte die zahlreich erschienenen Mitglieder, insbesondere den Obmann und den Geschäftsführer des Fachverbandes der Gießerei-Industrie, die Herren KR Ing. Peter Maiwald und Dipl.-Ing. Adolf Kerbl, den WFO-Past-Präsidenten Dipl.-Ing. Alfred Buberl und als Vertreter der ausländischen VÖG-Mitglieder Herrn Prof.emerit. Dr.-Ing. Reinhard Döpp.

Hierauf gab Zweiter Vorsitzender und VÖG-Geschäftsführer Bergrat h.c. Dipl.-Ing. Erich Nechtelberger seinen Bericht über die Vereinstätigkeit im Jahr 2005.

Die Vereinsarbeit konzentrierte sich wieder auf die Gestaltung der Vereinszeitschrift GIESSEREI RUNDSCHAU und die Mitgliederwerbung.

Der Mitgliederstand mit Ende 2005 betrug 252 persönliche Mitglieder (davon 57 Pensionisten, d.s. 23%), erstmalig 10 studierende Mitglieder (Firmenpatenschaften), 66 Firmenmitglieder sowie 3 Ehrenmitglieder; insgesamt also 318 Mitglieder (+6 gegenüber 2004).

Im Berichtsjahr 2005 war der Verlust von zwei persönlichen Mitgliedern zu beklagen:

Am 24. August ist Ing. Hubert Eder, Gloggnitz-Enzenreith, am 14. Dezember Franz Decker, Wien, verstorben. Nachrufe enthalten die Hefte 52(2005), Nr. 9/10, S. 267 bzw. 53(2006), Nr. 1/2, S. 35.

In den 6 Doppelheften der Giesserei Rundschau 52 (2005) konnten insgesamt 34 Fachbeiträge publiziert und informative redaktionelle Beiträge und Vereinsnachrichten gebracht werden.

Zur Pflege der Aufrechterhaltung internationaler Beziehungen hat der VÖG im Jahr 2005 auch an Veranstaltungen befreundeter ausländischer Organisationen teilgenommen.

- 14./16.09. 2005 45. Slowenische Gießerei-Tagung Portoroz
- 19./21.09. 2005 42. Tschechische Gießerei-Tagung Brno
- 23./24.11.2005 VDG-WFO-Konferenz „Anorganische Binder“, Hannover

VÖG-Vorstandsmitglied Dipl.-Ing. Alfred Buberl wurde nach seiner WFO-Präsidentschaft 2004 für weitere 2 Jahre als Past-Präsident in den WFO-Vorstand gewählt. In dieser Funktion nahm er am WFO-Technischen Forum in St. Louis, MO, USA, teil, bei dem auch die jährliche WFO-Generalversammlung, eine Vorstandssitzung und das Past President's Council tagten. Im September 2005 nahm Buberl an einer weiteren WFO-Vorstandssitzung in Oslo teil.

Im Anschluss an den Bericht des Geschäftsführers gab Vereinskassier Hubert Kalt einen Überblick über die Finanzlage zum 31. Dezember 2005.

Einnahmen aus Mitgliedsbeiträgen, Förderung des Fachverbandes, Werbeeinnahmenanteil Giesserei-Rundschau und Zinslösen in Höhe von insgesamt € 42.692,51 standen Ausgaben für Mitgliederbetreuung, Herausgabe der Giesserei-Rundschau, Reiseaufwand, Telefon- und Sachaufwand in Höhe von € 33.555,51 gegenüber.

Das Berichtsjahr schloß damit mit einem Überschuss in Höhe von € 9.137,00

Die Kontrolle der Kassa- und Buchhaltungsbelege am 20. März 2006 durch die Rechnungsprüfer Bruno Bös und Ing. Gerhard Hohl hat die einwandfreie und richtige Führung sowie satzungsgemäße Verwendung der Vereinsmittel ergeben. Der Empfehlung zur Genehmigung des Rechnungsabschlusses und zur Entlastung des Vorstandes sowie zur Annahme des Geschäftsberichtes wurde von der Hauptversammlung einstimmig entsprochen.

Infolge der positiven Finanzlage wurde keine Veränderung der Mitgliedsbeiträge für das kommende Jahr 2007 ins Auge gefasst.

## Ehrung langjähriger Mitglieder

In seiner Sitzung am 27. April 2006 hat der VÖG-Vorstand beschlossen, die nachfolgend genannten Herren für ihre langjährige Vereinsmitgliedschaft zu ehren und ihnen für ihre besondere Vereinstreue zu danken:

Für 25-jährige VÖG-Mitgliedschaft die VÖG-Ehrennadel erhielten:  
KR Dipl.-Ing. Dr. **Walter Blesl**, Furth-Krustetten  
Prok. i. R. **Hans Pröll**, Wien

Für 40-jährige VÖG-Mitgliedschaft die VÖG-Treueplakette in Silber erhielten:  
Ing. **Gerhard Grün**, Wien  
Ing. **Wilhelm Ohnoutka**, Wien

Urkunden und Ehrenzeichen konnten anlässlich der Jahreshauptversammlung nur an Herrn KR Dipl.-Ing. Dr. Walter Blesl feierlich übergeben werden. Den übrigen Mitgliedern wurden die ihnen zugesprochenen Ehrungen am Postweg übermittelt.



Überreichung der VÖG-Ehrennadel durch KR M. Zimmermann (l) an KR Dr. W. Blesl (r)

Besuchen Sie uns im Internet: [www.verlag-lorenz.at](http://www.verlag-lorenz.at)

# Bücher und Medien



## Metallurgie und Magnesiumbehandlung von GGG-Schmelzen



Von Dipl.-Ing. Ivo Henych und Dipl.-Ing. Klaus Regitz, erschienen 2006 im Eigenverlag, Hardcover 22,5 x 28,5 cm, Preis: € 80,- zuzgl. € 10,- Versand. Herausgeber u. Bestelladresse: Regitz-Consulting GmbH, D-66459 Kirkel-Limbach, Beethovenstraße 6, E-Mail: Regitz-cons@t-online.de.

Mit der Herausgabe dieses Buches haben sich zwei prominente Fachleute der Mühe unterzogen, das aktuelle Wissen über die Herstellung von hochwertigem Gusseisen mit Kugelgrafit aus der Sicht der eigenen Lebenserfahrungen zusammenzufassen, kritisch aufzubereiten und mit vielen guten Tips aus ihrer langjährigen Praxis an die jüngere Generation weiterzugeben.

Im ersten Teil des Buches werden der Stand der Technik der Magnesiumbehandlung, die Grundlagen des Gießens, die metallurgischen Zusammenhänge und die Handhabung der Schmelzen praxisnah beschrieben.

Der zweite Teil konzentriert sich auf die am häufigsten zum Einsatz kommenden Behandlungsverfahren und beleuchtet deren Vor- und Nachteile, wobei die Autoren auf die in den Jahrzehnten ihrer eigenen Tätigkeit in weltweiten Gießereien gesammelten statistischen Daten zurückgreifen können.

Ein Bewertungssystem im dritten Teil ermöglicht eine weitgehend objektive Beurteilung von 4 ausgewählten Behandlungsverfahren (Tündish-Cover / Fülldraht mit Vorlegierung / Fülldraht mit Reinmagnesium / Fischer-Konverter) an Hand von 21 ausgewählten Bewertungskriterien. Zur Durchführung von Vergleichskostenrechnungen enthält das Buch eine Excel 2000 Arbeitsmappe auf CD-ROM.

**Inhalt:** Definition der Behandlungsverfahren / Metallurgische Voraussetzungen / Schmelzverfahren / Chemische Analyse / Behandlungsverfahren / Warmhalten u. Vergießen / Kritische Analyse der Behandlungsverfahren / Analyse u. Gegenüberstellung der Resultate / Excel Rechnungstabelle – Relative Behandlungskosten / Literaturverzeichnis.

Das Buch ist auch in englischer Sprache lieferbar.

## Ruhrgebiet – Entdeckungsreise Industriekultur

Von Delia Bösch, 1. Aufl. Juni 2005, Klartext Verlag, Essen 2005, 11 x 18,5 cm, 280 Seiten,



reichhaltig farbig illustriert, ISBN 3-89861-457-3.

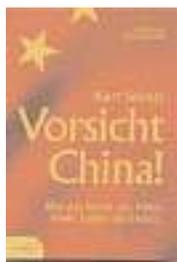
Eigentlich gibt es das Ruhrgebiet gar nicht mehr. Denn Kohle und Stahl, die beiden Säulen der Ruhrwirtschaft, haben ihre ökonomische Rolle schon lange verloren. Kohle und Stahl hatten den einst romantischen Landstrich an der Ruhr in ein riesiges Industriegebiet verwandelt. So entstand zwischen 1850 und 1950 *das Ruhrgebiet*: Land der tausend Feuer und der rauchenden Schloten – wirtschaftlicher Motor für die Industrialisierung Deutschlands.

All diese Industriedenkmäler des Ruhrgebietes gilt es heute neu zu entdecken. Denn im Laufe der Zeit sind aus den Arbeitsstätten sehenswerte Museen und ungewöhnliche Parks, Bühnen und Ateliers, Restaurants und Hotels geworden.

Tourenbeschreibungen und Besichtigungsvorschläge geben tiefe Einblicke in eine Region, die in der Industriekultur ihre kulturelle Identität bewahrt hat. Und vielleicht steigt das Ruhrgebiet sogar wie Phönix aus der Asche: Denn 2010 will der einstige *Ruhrpot* Kulturhauptstadt Europas werden und unter dem Motto „Wandel durch Kultur – Kultur durch Wandel“ die ganze Welt zum kulturellen Austausch einladen.

Ein gut recherchiertes, lesenswertes und informatives Bändchen – auch als Geschenk sehr empfehlenswert.

## Vorsicht China! – Wie das Reich der Mitte unser Leben verändert



Von Kurt Seinitz, 15 x 21,5 cm, 210 Seiten, ecowin Verlag der Top-Akademie GmbH, Salzburg 2006, ISBN-13: 978-3-902404-28-2 und ISBN-10: 3-902404-28-0.

China, ein Fünftel der Menschheit, wird zu unserem Schicksal, in welcher Form auch immer. Gelingt der Aufstieg zur Weltmacht, wird Chinas wirtschaftlicher und politischer Erfolg unser Leben grundlegend verändern. Stolpert Chinas politisches System in die Krise, werden die Erschütterungen noch viel größere Auswirkungen haben. Bei der ökologischen Belastung der Welt ist der China-Faktor schon jetzt nicht mehr wegzudenken.

China als Globalisierungsweltmeister wird zur größten Herausforderung unseres sozialen, wirtschaftlichen und damit politischen Systems. Zusammen mit Indien drängen heute zwei Milliarden Asiaten auf den globalen Arbeitsmarkt. Das ist eine Epochenwende, die neue Antworten und neue Anstrengungen erfordert, um die Krise in unserem Teil der Welt zu meistern.

Kurt Seinitz, Leiter der Abteilung für internationale Politik der *Kronen Zeitung* in Wien, kennt die asiatische Welt seit fast vier Jahrzehnten und erlebte seither bei wiederholten Besuchen den einzigartigen Umbruch und Aufstieg des riesigen Landes. Er traf mit drei Führern Chinas zusammen: Zhou Enlai, Deng Xiaoping und Jiang Zemin. In seinem Erfahrungsbericht versucht er aufzuzeigen, weshalb sich China so verhält, wie es sich verhält. Der Riese entfaltet junge, überschäumende Kräfte, die er oft noch nicht zu zügeln weiß. Doch er folgt auch alten, rätselhaften Traditionen. Die Welt ist mit einem China-Faktor konfrontiert, der Vorsicht geboten erscheinen lässt.

## Statistisches Jahrbuch 2006 – Statistical Yearbook 2006



Das Statistische Jahrbuch der Wirtschaftskammern Österreichs liefert eine Bestandsaufnahme der wichtigsten Wirtschaftsdaten für das abgelaufene Jahr unter Einbeziehung der wesentlichen mittel- und längerfristigen Entwicklungstrends, ergänzt um wesentliche Kenngrößen im internationalen Vergleich.

WKÖ Wien, Mai 2006, 12 x 19 cm, 96 Seiten.

Siehe auch Internet-Angebot der Statistik Austria ([www.statistik.at](http://www.statistik.at)) und der WKÖ (<http://wko.at/statistik>).

Das Statistische Jahrbuch kann kostenlos bezogen werden von: Inhouse GmbH der Wirtschaftskammern Österreichs, A-1045 Wien, Wiedner Hauptstraße 63.

## WIRTSCHAFTSGRAFIK 2005 – ein statistischer Rückblick



Service GmbH der Wirtschaftskammer Österreich, Wien, Jänner 2006, 32 Seiten. Die Inhouse GmbH, Bereich Statistik, der Wirtschaftskammer Österreichs publiziert laufend Wirtschaftsgrafiken. Eine Auswahl soll in dieser Publikation einem weiteren Interessentenkreis zugänglich gemacht werden.

Aktuelle Wirtschaftsgrafiken sind auch auf der Homepage der Wirtschaftskammer unter [wko.at/statistik](http://wko.at/statistik) enthalten.

Die Broschüren können von der Service GmbH kostenlos bezogen werden: Tel.: +43 (0)5 90 900 5050, Fax: +43 (0)5 90 900 236, E-Mail: [mSERVICE@wko.at](mailto:mSERVICE@wko.at)

# DER PARTNER FÜR

- Einzelformmaschinen
- Automatische Formanlagen
- Kastenlose Formmaschinen
- Giessautomaten



**sinto**

**hws**

**HEINRICH WAGNER SINTO**  
Maschinenfabrik GmbH

**Heinrich Wagner Sinto Maschinenfabrik GmbH**

Bahnhofstraße 101, D-57334 Bad Laasphe, Germany  
Telefon +49(0)27 52/9 07-0, Telefax +49(0)27 52/9 07-2 80  
E-mail: info@wagner-sinto.de

**Repräsentiert durch: +HAGI+ Giessereitechnik**

Tech. Büro für Giesserei und Industriebedarf, DI Johann Hagenauer  
Am Sonnenhang 7, A-3143 Pyhra, Austria  
Tel.: +43 (0) 2745/3345 - 20, Fax: +43 (0) 2745/3345 - 30  
Mobil: +43 (0) 664/2247128, e-mail: j.hagenauer@utanet.at

<http://www.wagner-sinto.de>

# GIESSEREIEN



**Akkreditierte  
Prüfstelle  
EN 45001**

Montanuniversität Leoben  
Lehrstuhl für Allgemeinen Maschinenbau  
Vorstand: Univ.Prof. Dr. W. Eichlseder



„VON DER SCHMELZE ZUM WERKSTOFF“

„VOM WERKSTOFF ZUM BAUTEIL“

**Gießtechnologie**

**Kombination von  
Gießverfahren und  
bedarfsgerechten  
Gusswerkstoffen**

**Zusammenarbeit in der  
Produktentwicklung  
zur Lösung anspruchsvoller Aufgaben**

**Betriebsfestigkeit**

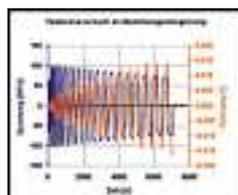
**Brücke zwischen  
Werkstoffwissen-  
schaft und  
Produktentwicklung**

**Simulation von**

- Formfüllung und Erstarrung
- Spannung und Verzug

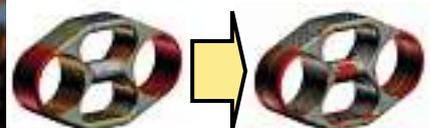


**Bestimmung von Werkstoffkennwerten –  
Werkstoff- und Bauteilprüfung**



**Berechnung von**

**Spannungen Lebensdauer**



**ÖGI**

**Ansprechpartner**

**AMB**

DI Gerhard Schindelbacher, Parkstraße 21, A-8700 Leoben

Tel.: +43 3842 431010; Fax: +43 3842 431011; e-mail:  
office.ogi@unileoben.ac.at; www.ogi.at

Univ.Prof. Dr. W. Eichlseder, Franz-Josef-Straße 18, A-8700 Leoben

Tel.: +43 3842 402 1401; Fax: +43 3842 402 1402  
e-mail: amb@mu-leoben.at; www.unileoben.ac.at