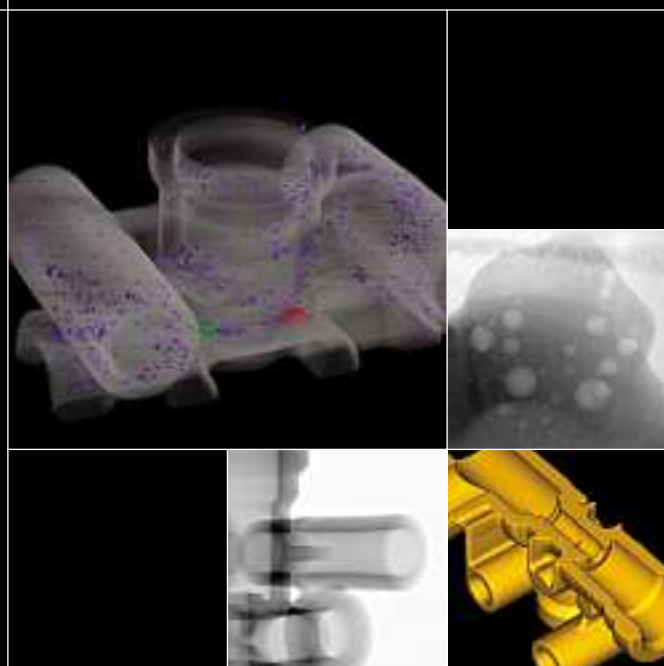


Giesserei Rundschau

Besuchen Sie uns auf
der GIFA, Stand 3A18

Hochauflösende 2D-Röntgen- inspektion und 3D-Computer- tomographie



- ▶ Darstellung von Guss- und Schweißfehlern
- ▶ Fehlererkennung bis in den Mikrometerbereich
- ▶ Präzise dimensionelle Vermessung
- ▶ Ersatz von zeitaufwändigen Schlifften



phoenix|x-ray

phoenix|x-ray Systems + Services GmbH
Niels-Bohr-Straße 7
D-31515 Wunstorf
Tel.: +49 5031.172 - 0
Fax.: +49 5031.172 - 299
info@phoenix-xray.com
www.phoenix-xray.com

AAG
AUSTRIA ALU-GUSS
Ein Unternehmen der Borbet-Gruppe

Wir sind für die schönen Dinge im Leben!



BORBET
Borbet Group

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

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-schoefer.de

GTP

Gießerei-Spezialist mit langjähriger Erfahrung

HERZ Armaturen ist ein international bedeutender Anbieter von Produkten für die Haus- und Versorgungstechnik. 7 Herstellwerke in der EU produzieren Armaturen und Fittinge für den weltweiten Export in mehr als 70 Länder.

Für den Standort Klausenburg/Siebenbürgen RO, welcher u.a. Produkte aus Grau- und Temperguss erzeugt, suchen wir einen **Praktiker** und **Eisengussfachkraft**, welche aufgrund langjähriger Erfahrung in einem Produktionsunternehmen vorzüglich als Werksmeister oder Produktionsleiter tätig ist oder war.

Wir wenden uns an Personen, welche im Range eines Konsulenten des Eigentümers am Standort Produktionsverfahren, Produktionsmittel und Abläufe durch direkte Einflussnahme und mit bodenständigem Realitätssinn verbessern können. Vor allem auch Personen, welche zur Zeit aus dem aktiven Berufsleben ausgeschieden sind, sollen sich mit dieser Ausschreibung angesprochen fühlen.

Ihre Bewerbungsunterlagen senden Sie bitte an

HERZ Armaturen GmbH
Richard-Strauss-Straße 22
1230 Wien/Österreich
Email: klaus-dieter.fuhrmann@herz-armaturen.com
Festnetz: +43 1 616 26 31 89
Fax: +43 1 616 26 31 27
Mobil: +43 699 130 30 177

Der Knorr-Bremse Konzern ist weltweit der führende Hersteller von Brems- und Sicherheitssystemen für Schienen- und Nutzfahrzeuge. Als technologischer Schrittmacher treibt das Unternehmen seit über 100 Jahren maßgeblich die Entwicklung, Produktion und den Vertrieb modernster Bremssysteme voran, erweitert durch On-Board-Systeme im Schienenfahrzeugbereich.

Create
the world of mobility –
with us!

Mit Sicherheit vorwärts!

Zur Verstärkung unseres Teams bei **KNORR-BREMSE GmbH** suchen wir eine/n Mitarbeiter/in **Supplier Quality Assurance** nach:

- * Unterstützung der Konstruktion bei der Auslegung und Konstruktion sowie Festlegung verfahrenstechnischer Merkmale von Guss- und Schmiedeteilen
- * Auswahl, Beurteilung und Entwicklung von Guss- und Schmiedeteilen
- * Erstellung von Prüfungsanfragen und Beurteilung der Prüfergebnisse (auch zerstörungsfreie Werkstoffprüfungen)
- * Durchführung von First Article Inspections bei Lieferantern

Unsere Anforderungen:

- * Höhere gießereitechnische Fachausbildung
- * Einschlägige Berufserfahrung in einem Gießerei- oder Schmiedebetriebe
- * Gute Kenntnisse der Fertigungsprozesse und -technologien
- * Hohe Lösungskompetenz, Reisebereitschaft, sehr gute Englisch- und MS-Office-Kenntnisse

Wenn Sie Durchsetzungs- und Kommunikationsstärke mitbringen, freuen wir uns auf Ihre Bewerbung an:
KNORR-BREMSE GmbH, z.H. Frau Frauke Thiele, Berchtesgarter 43-45, 2340 Möding
e-mail: bewerbung.at@knorr-bremse.com, www.knorr-bremse.at

KNORR-BREMSE



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
e-mail: giesserei@verlag-lorenz.at
Internet: www.verlag-lorenz.at

Herausgeber:
Verein Österreichischer Gießereifachleute, Wien, Fachverband der Gießereiindustrie, 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: € 59,20 Ausland: € 73,00
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@robitschek.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 Gießereiindustrie, Wien, sowie des Österreichischen Gießerei-Institutes und des Lehrstuhles für Gießereikunde an der Montanuniversität, beide Leoben.

INHALT

phoenix|x-ray, gegründet im Jahr 1999, ist der führende Spezialanbieter von Mikrofocus- und nanofocusTM-Röntgeninspektionssystemen, Röntgenröhren und Computertomographiesystemen für die zerstörungsfreie Prüfung.

phoenix|x-ray liefert weltweit anwendungsorientierte Röntgensysteme und komplette, auf den Kunden zugeschnittene Inspektionslösungen für Gießereien, die Elektronik- und Halbleiterindustrie, Automotive und viele weitere Industriezweige. Das Unternehmen legt größten Wert auf die kompetente Betreuung seiner Kunden und investiert intensiv in die Entwicklung von System- und Softwarekonfigurationen, um eine umfassende, vielseitige Unterstützung bieten zu können und somit langfristige, partnerschaftliche Kundenbeziehungen aufzubauen.



BEITRÄGE 82

- **CT-Praxis – Möglichkeiten, Erwartungen, Grenzen**
- **Bildverarbeitung zur automatischen Gussteilprüfung**
- **Hochauflösendes Röntgen mit CT-Option zur Porositätsanalyse**
- **Zerstörungsfreie Prüfungen in Gießereien**
- **Zukunftstechnologie für höchstbelastete Al-Druckguss-Motoren**
- **Modellbauer-Ausbildung in Deutschland – Bedarf und Realität**

TAGUNGEN/ SEMINARE/MESSEN

105

Rückblick auf die 51. Österreichische Gießerei-Tagung
Veranstaltungskalender

AKTUELLES

112

Aus den Betrieben
Firmennachrichten
Interessante Neuigkeiten

VÖG-VEREINS- NACHRICHTEN

118

VÖG-Jahreshauptversammlung 2007
Personalia

LITERATUR

124

Bücher und Medien

Computertomographie – Möglichkeiten, Erwartungen und Grenzen in der Praxis*)

X-ray Tomography – Possibilities, Expectations and Limits in Daily Routine



Dipl.-Ing. Georg Geier, studierte an der Montanuniversität Leoben Metallurgie mit den Schwerpunkten Gießereitechnik und Industriewirtschaft. Seit 2003 arbeitet er am Österreichischen Gießerei-Institut als wissenschaftlicher Mitarbeiter und leitet seit Anfang 2007 das CT-Labor.

Dipl.-Ing. Thomas Pabel, nach der Maschinenbau-Ingenieursausbildung an der HTL in Kapfenberg Studium der Werkstoffwissenschaften an der Montanuniversität Leoben. Seit 2001 wissenschaftlicher Sachbearbeiter am Österreichischen Gießerei-Institut in Leoben: in der Abteilung Nichteisenguss als Schadensanalytiker, in der Werkstoffentwicklung und als Weiterbildungsbeauftragter.



Dipl.-Ing. Gerhard Schindelbacher, Absolvent der Montanuniversität Leoben, Fachgebiet Metallurgie. Seit 1985 Leiter der Abteilung NE-Metall-Gusswerkstoffe am Österreichischen Gießerei-Institut (ÖGI) Leoben, seit 1998 Institutsleiter und seit 2007 auch Geschäftsführer des Vereins für praktische Gießereiforschung (ÖGI).

I. Einleitung

Seit mehr als 30 Jahren ist die Computertomographie in der Medizin eine anerkannte Methode. Aus der modernen Medizin ist dieses bildgebende, diagnostische Verfahren nicht mehr wegzudenken, was in den beiden Nobelpreisen für Hounsfield und Cormack 1979 zum Ausdruck kam. Die Fortschritte in der Anlagentechnik sowie in der Verfügbarkeit von Rechenleistung ermöglichten es in den letzten Jahren, diese Technologie vermehrt für technische Anwendungen zu nutzen.

Das Österreichische Gießerei-Institut (ÖGI) in Leoben hat im Vorjahr zwei Computertomographieanlagen von der Fa. phoenix|x-ray in Betrieb genommen

(Abb. 1). Mit diesem zerstörungsfreien 3-dimensionalen „Blick ins Innere“, der bisher so nicht möglich war, eröffnen sich völlig neue Wege in der Werkstoffforschung, Bauteilentwicklung und Prozessoptimierung.



Abb. 1: Das ÖGI hat im letzten Jahr zwei CT-Anlagen angeschafft

Die Untersuchungsmethode ist unabhängig vom Material und kann daher bei metallischen und keramischen Werkstoffen, aber auch bei Kunststoffen, Materialien aus der Feuerfest- und Bauindustrie sowie bei Verbundwerkstoffen und auch bei Werkstoffverbunden eingesetzt werden.

Im Bereich des Gießereiwesens und vor allem bei Gussanwendern ist ein steigendes Interesse an der dreidimensionalen, zerstörungsfreien Untersuchung der oft komplexen Bauteilgeometrien zu verzeichnen. Mit Hilfe der Computertomographie ist es heute möglich, die klassischen Gussfehler, wie Poren, Lunker, Einschlüsse, Gefügeauflockerungen u. ä. zu detektieren. Im Vergleich zur Durchstrahlungsprüfung (Radioskopie) lassen sich kleinere Fehler bei besserem Kontrast darstellen. Zusätzlich können Aussagen über die Geometrie und Lage der Ungängen getroffen werden.

Bei der CT-Untersuchung wird das zu untersuchende Objekt von einer Röntgenquelle durchstrahlt und dabei schrittweise um 360° gedreht (Abb. 2). Die durch das Objekt durchgehenden Röntgenstrahlen werden von einem Detektor erfasst und ein Cluster aus mehreren Hochleistungscomputern rekonstruiert aus diesen Informationen ein dreidimensionales Modell der Probe. Dieses kann nun je nach Aufgabenstellung visualisiert und analysiert werden.

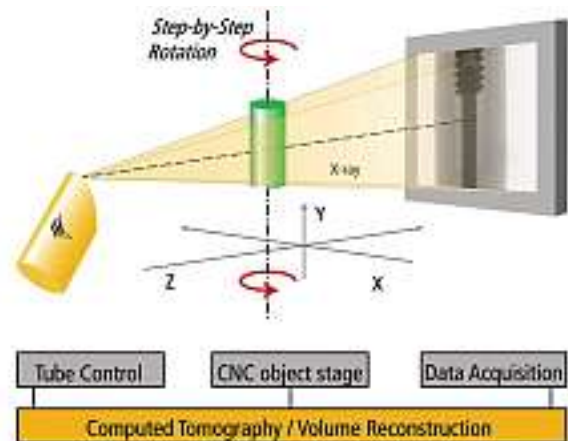


Abb. 2: Prinzip eines Computertomographen mit Röntgenröhre, Probenmanipulator und Detektor

2. Detektion und Bewertung von Volumendefiziten

Die Detektion von Poren und Lunkern ist seit jeher ein wichtiges Qualitätskriterium für Gussteile. Eine zerstörungsfreie Bestimmung der Porosität war bisher nur über die Wägung nach dem Archimedisches Prinzip möglich. Diese Methode ist jedoch viel zu wenig sensitiv für die Beurteilung von heute technisch erreichbaren und auch von den Kunden akzeptierten Porositäten von <1,5 %. Zudem kann mit dieser Methode nur die Gesamtporosität angegeben werden. Das heißt, es können keine Aussagen über die Lage, Verteilung und Größe der Poren getroffen werden. Die Auswertung der Porosität ist demnach nur zerstörend möglich und wird beispielsweise im VDG-Merkblatt P201 „Volumendefizite von Gussteilen aus Nichteisenmetallen“ beschrieben. Es werden hierbei an definierten Stellen Proben entnommen, metallographisch präpariert und mit Hilfe der quantitativen Bildanalyse ausgewertet.

2.1 Radioskopie versus CT

Durch die überlagerungsfreie Darstellung auch von kleinen und kleinsten Volumendefiziten in Gussteilen lassen sich diese in der CT mit

*) Vorgetragen von G. Geier auf der 51. Österreichischen Gießereitagung am 19.4.2007 in Steyr / OÖ

hohem Kontrast darstellen. Das abgebildete Aluminium-Kokillengussteil (**Abb. 3**) wird standardmäßig einer Röntgeninspektion unterzo-



Abb. 3: Hochauflösende Radioskopie eines Kokillengussteils

gen. Die in **Abb. 3** gezeigte Aufnahme ist bereits mit der hochauflösenden Charakteristik einer Mikrofocusröntgenröhre und einem 16-bit Flächendetektor erstellt worden. An dieser sind bei Kontrastspreizung zur Fehlererkennbarkeitsverbesserung Volumendefizite in der Mitte des Knotenbereichs feststellbar. Wird aus dieser und weiteren gleichartigen Aufnahmen ein CT-Modell errechnet, so zeigen sich in diesem Bereich eine Menge weiterer Volumendefizite, die als Gasporositäten gewertet werden können (**Abb. 4**). Da sich diese gleichmäßig über den Bauteil verteilen und dadurch eine nahezu gleichmäßige Schwärzungsreduktion an der radioskopischen Aufnahme bewirken, sind sie dort kaum auszumachen. Somit kann im CT-Modell eine höhere Detailerkennbarkeit bei denselben Aufnahmeparametern wie in der Radioskopie erreicht werden.

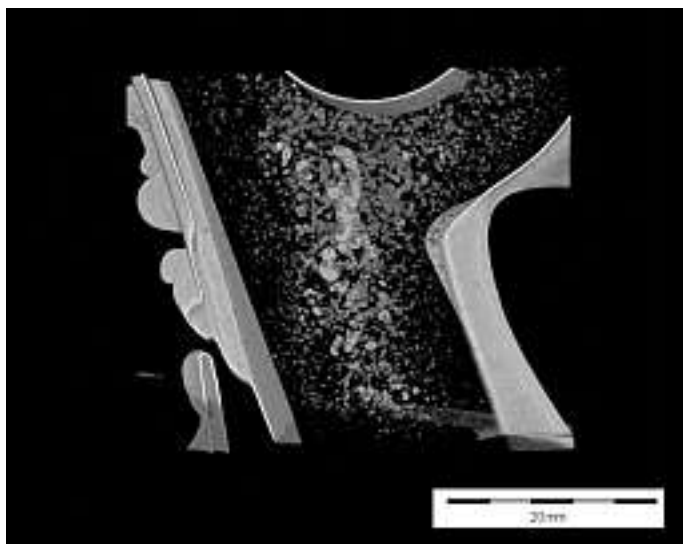


Abb. 4: Darstellung der Volumendefizite im Kokillengussteil

2.2 Automatische Porendetektion

Die Qualität einer Aluminiumschmelze und der Erfolg der Schmelzereinigung werden üblicherweise mittels Unterdruckdichteprobe bewertet. Zudem werden aus der Schmelze vor und nach der Schmelzereinigung Proben entnommen, die an Luft und im Vakuum erstarren und aus deren Dichteunterschied der Dichteindex als Kenngröße für die Schmelzequalität errechnet wird. Die dafür charakteristischen Proben enthalten Gasporen und Lunker. Anhand des

CT-Modells einer solchen Probe (**Abb. 5**) kann gut gezeigt werden, wie die automatische Porendetektion angewendet werden kann bzw. worauf bei deren Auswertung zu achten ist.

Die zur Analyse von CT-Daten standardmäßig eingesetzte Software VG Studio MAX besitzt ein Defektanalyse-Modul zur automatisierten Detektion von Volumendefiziten. Dieses Tool erfasst innere Defizite und gibt einzeln deren Lage und Größe sowie das Gesamtvolumen und die Verteilung der Porengrößen an. Um eine solche Detektion durchführen zu können, müssen einige Parameter festgelegt werden. Die wohl wichtigsten Parameter sind die Definition der Grauwerte von Material und Pore.

Diese werden üblicherweise über eine Modellkalibration erhalten. Daneben werden das minimal und maximal als Fehler zu detektierende Volumen festgelegt. Wählt man die minimale Schwelle zu groß, werden kleine Fehler bei der Detektion ignoriert. Wählt man diese allerdings zu klein, so werden auch kleine Grauwertschwankungen, wie sie durch das Bildrauschen entstehen, fälschlicherweise als Fehler erkannt. Das maximale Volumen muss derart gewählt werden, dass möglichst alle großen Volumendefizite erkannt, aber Geometrie-merkmale wie innere Hohlräume nicht in die Auswertung einbezogen werden. Neben weiteren Parametern hat das sogenannte Qualitätslimit einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis. Die Idee der „Defektqualität“, die für jede detektierte Pore berechnet wird, gibt an, wie wahrscheinlich ein erkannter Defekt, ein tatsächliches Volumendefizit, ist bzw. ob es sich um ein Artefakt des CT-Modells handelt. Daraus ist klar ersichtlich, dass die Wahl eines Qualitätslimits, unterhalb dessen detektierte Abweichungen im Modell nicht als Defekte erkannt werden, einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis haben kann.

Abb. 6 zeigt die Ergebnisse einer Porendetektion einer Unterdruckdichteprobe, die mit unterschiedlichen Einstellungen ausgewertet wurden. **Tabelle 1** gibt die daraus erhaltenen Resultate für die so



Abb. 5: Dreidimensionale Darstellung einer Unterdruckdichteprobe

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Volumenporosität	2,3 %	4,8 %	5,2 %
Porenanzahl	6.191	8.029	20.032

Tabelle 1: Übersicht der unterschiedlichen, automatisiert detektierten Volumenporosität und Porenzahl mit drei verschiedenen Parametersätzen.



Abb. 6: Vergleich der unterschiedlichen Porendetektionen in Abhängigkeit der Parameterwahl

ermittelte Volumsporosität und die Anzahl der detektierten Poren wieder. Die erkannte Volumenporosität im Bereich zwischen 2,3 und 5,2 % stellt eine große Bandbreite dar, die in einem Bauteil Gutteil bis Ausschuss bedeuten kann. Während bei der ersten Auswertevariante sicherlich nicht alle Fehler gefunden werden, so ist bei der dritten Variante davon auszugehen, dass einige „false positives“ bewertet wurden. Daraus ist deutlich zu erkennen, dass für eine sinnvolle und reproduzierbare Porendetektion standardisierte Verfahrensweisen nötig sind. Da diese zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht vorliegen, muss der Benutzer aus seiner Erfahrung heraus und eventuell unterstützt durch ergänzende Untersuchungsmethoden die Parameter für jedes Bauteil individuell und verantwortungsvoll auswählen.

2.3 Bewertung der Porosität

Neben der Detektion der Poren spielt deren Bewertung anhand von Größe, Lage und Verteilung für das jeweils vorliegende Bauteil eine wichtige Rolle. Ebenso muss berücksichtigt werden, dass im Vergleich zu herkömmlich angegebenen Flächenporositäten aus der CT Volumsporositäten erhalten werden. Deren Verwendung ist auf Grund



Abb. 7: Dreidimensionale Darstellung des untersuchten Druckgussteils

der bisher limitierten Detektionsmöglichkeiten relativ neu, sodass für deren Bewertung erst Maßstäbe – auch in den Köpfen der Gießer und Gussanwender – gefunden werden müssen. Zukünftig wird es notwendig sein, dreidimensional zu denken und entsprechende Grenzwerte derart zu definieren.

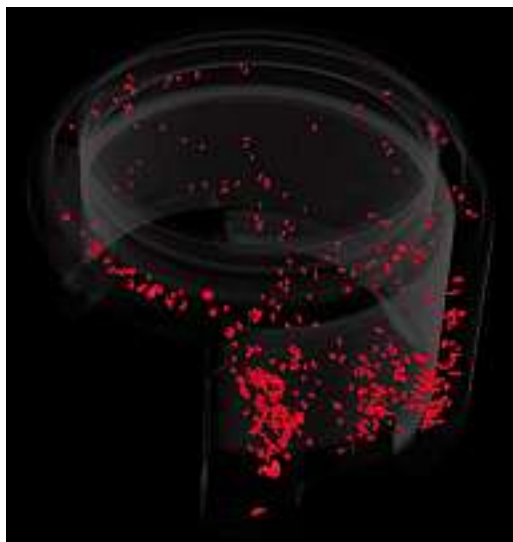


Abb. 8: Darstellung der detektierten Volumenporosität

An einem Druckgussteil (**Abb. 7**) wurden die Volumenporosität mittels CT, die Flächenporosität bezogen auf die gesamte Schliifffläche sowie die Flächenporosität nach VDG-Merkblatt P201 bestimmt.

Die Auswertung der Volumenporosität erfolgte mit dem bereits erwähnten Softwaremodul unter Berücksichtigung des daraus entnommenen Schliiffes (**Abb. 8**). Die Auswertung der Flächenporosität erfolgt an Schliiffbildern, die gemäß VDG-Merkblatt P201 bei 25-facher Vergrößerung am Lichtmikroskop aufgenommen werden. Die Bilder werden in 8-bit Graustufenbilder konvertiert und die Bestimmung der Porosität erfolgt über die Definition eines Grau-Schwellwertes. Dabei werden die detektierten Poren im Bild rot eingefärbt und die Flächenanteile in Bezug auf den Detektionsrahmen (ROI – Region Of Interest) prozentuell ausgewertet (**Abb. 9**). Die Genauigkeit wird dabei mit $\pm 0,1$ % angegeben. Zur Porositätsbewertung gemäß VDG-Merkblatt P201 sind die jeweiligen ROI's dabei so gewählt, dass sie eine maximale quadratische Fläche abdecken und sich möglichst der Außenkontur der Teilbereiche anpassen (**Abb. 10**). Die Ergebnisse dieser Auswertungen sind **Tabelle 2** zu entnehmen.



Abb. 9: Darstellung der am Schliiff detektierten Gesamtflächenporosität



Abb. 10: Darstellung der am Schliiff detektierten Flächenporosität nach VDG-Merkblatt P201 samt Markierung des ROI mit maximaler Porosität

Generell kann gesagt werden, dass in Abhängigkeit der Untersuchungsmethode große Unterschiede in den Porositätswerten ermittelt werden. Es ist daher umso wichtiger, für die entsprechenden Methoden eigene Grenzwerte zu definieren. Eine Bewertung einer Porenansammlung in kritischen Bereichen, wie sie für die Flächenporosität durch die Methode aus dem VDG-Merkblatt P201 vorgenommen wird, wäre auch für eine Volumensbetrachtung vorteilhaft und wünschenswert.

Das aus der CT erhaltene dreidimensionale Modell kann an beliebigen Stellen beliebig oft virtuell geschnitten werden, um die Flächenporosität zu bewerten. Die Ermittlung erfolgt dabei zerstörungsfrei über das gesamte Volumen. Somit kann aus dem dreidimensionalen Modell auch eine zweidimensionale Betrachtungsweise und Bewer-

Volumenporosität	Gesamtflächenporosität	Flächenporosität VDG P201
0,25 %	0,9 %	9 %

Tabelle 2: Übersicht der ausgewerteten Porositäten an einem Druckgussteil

tung abgeleitet werden, doch ist nicht einzusehen, dass auf die vorliegende Mehrinformation der dritten Dimension verzichtet werden soll.

2.4 Unterscheidung Pore – Lunker

Die beiden Volumendefizite Pore und Lunker unterscheiden sich in ihrer Entstehungsgeschichte. Daher ist es für den Gießer nicht unerheblich, welches Defizit er in welchem Bereich des Gussteils vorliegen hat. Je nach Fehlerart und -lage muss er entsprechende, unterschiedliche Abhilfemaßnahmen einleiten. Prinzipiell unterscheiden sich die beiden Fehlerarten zumeist in ihrer Morphologie voneinander. Diese ist jedoch hoch komplex und kann daher derzeit noch von keinem Softwaretool automatisiert getroffen werden.

In **Abb. 11** ist anhand einer Unterdruckdichteprobe die Unterscheidung in Poren- und Lunkervolumen gezeigt. Diese erfolgte halbautomatisch durch den Benutzer. Die Einstellung der entsprechenden Darstellungsparameter erfordert ein hohes Maß an gießtechnischem Know-how und Erfahrung in der Visualisierung von Tomogrammen.

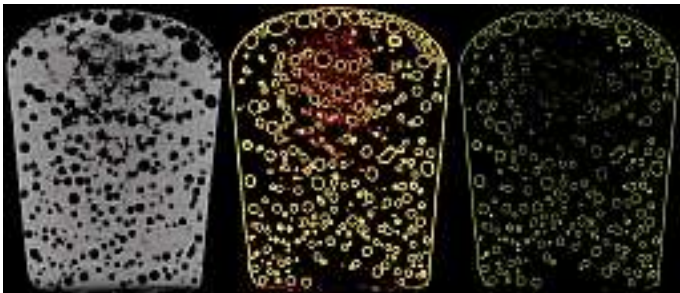


Abb. 11: Unterdruckdichteprobe, an der Poren- (gelb) und Lunkervolumen (rot) halbautomatisch unterschieden werden

2.5 Gefügauflockerungen

Neben den bisher besprochenen Gussfehlern Pore und Lunker, sind Gefügauflockerungen oft vorkommende und daher wichtig zu detektierende Ungängen. Das Volumendefizit eines schwammigen Gefüges kann – aus der Betrachtungsweise der CT – als Ansammlung von Poren aufgefasst werden. Die einzelnen Poren sind dabei oftmals sehr fein, was die Auflösbarkeit der Einzelpore in der CT beschränkt.

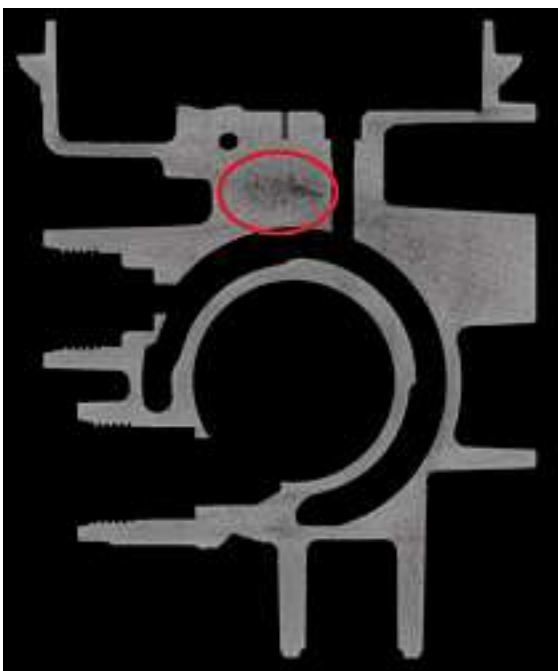


Abb. 12: Darstellung der Schnittfläche durch ein Gussgehäuse mit Gefügauflockerung

Nichtsdestotrotz können Gefügauflockerungen in der CT detektiert werden, da sie eine lokale Dichtereduktion zur Folge haben. Ein entsprechendes Beispiel eines Gussgehäuses ist in **Abb. 12** dargestellt.

2.6 Vergleich Simulation und CT

Mit Hilfe der CT ist es erstmals möglich, die Voraussagen der numerischen Simulation am realen Abguss umfassend zu verifizieren. In den klassischen Gießsimulationen werden entsprechende Bereiche eines Gussteils bezüglich ihrer Porositätsneigung als Folge von beispielsweise thermischen Zentren und Speisungsdefiziten ausgewiesen.

Im untersuchten Bauteil, einem druckgegossenen Gussgehäuse, ergeben sich im dickwandigen Bereich und im Bereich von Wandstärkenübergängen Zonen mit erhöhter Wahrscheinlichkeit für Porosität (**Abb. 13 und 14**, Seite 86). Diese Bereiche erstarren relativ langsam und die Erstarrungsschwindung führt in diesen Bereichen zu Volumendefiziten, die in der dritten Phase nicht mehr dichtgespeist werden können.

Die CT konnte in den entsprechenden Bereichen mit hoher Übereinstimmung mit der Simulation Porositäten feststellen (**Abb. 15 und 16**, Seite 86). Dadurch war es möglich, die Bereiche erhöhter Porosität enger einzugrenzen und die Größe, Verteilung und Lage der Poren zueinander zu bewerten.

Aus diesen Ergebnissen ist es möglich, eine iterative Prozessoptimierung zu starten, bei der auf Basis des vorliegenden Abgusses mit neuen Berechnungen für vorzunehmende Feinabstimmungen begonnen werden kann. Diese werden anschließend wiederum mittels CT überprüft und deren Ergebnisse können in weitere Optimierungsschritte einfließen.

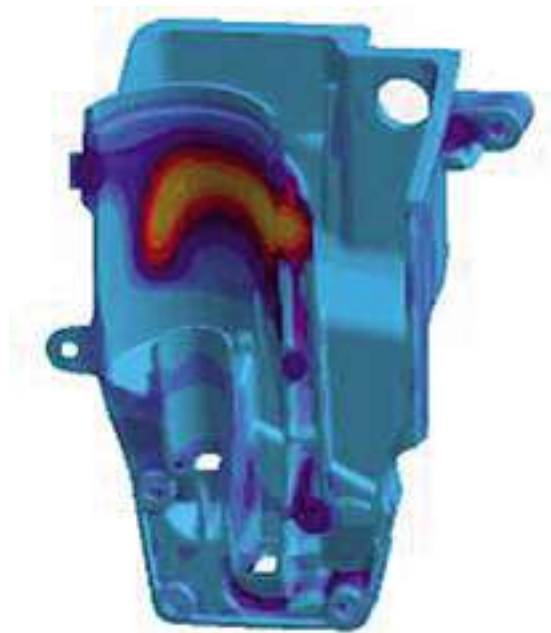


Abb. 13: Simulation der lokalen Erstarrungszeit eines Druckgussgehäuses

3. Zusammenfassung und Ausblick

Die CT hat bei Gussteilen ein breites Anwendungsspektrum gefunden. Die vorhandenen Volumendefizite lassen sich mit ihr sehr gut dreidimensional, überlagerungsfrei darstellen. Dies kann zerstörungsfrei am gesamten Bauteil erfolgen. Gegenüber herkömmlichen Radioskopieuntersuchungen ist eine verbesserte Detailerkennbarkeit und vollständige Lagenzuordnung möglich.

Die automatisierte Detektion von Volumendefiziten ist möglich. Dabei sind heute die entsprechenden Parameter für die Detektion durch einen fachkundigen Benutzer für jedes Bauteil zu ermitteln. Das gilt ebenso für die Unterscheidung der Volumendefizite in Poren und Lunker.



Abb. 14: Simulation eines flüssigen Bereichs bei 90 % Erstarrung



Abb. 16: Volumendefizit im Bereich der Bohrung



Abb. 15: Dreidimensionaler Schnitt durch das Druckgussgehäuse im Bereich des größten Volumendefizits

Die CT ist neben der reinen Fehlerfindung auch ein Werkzeug für die Prozessevaluierung und -optimierung, das durch die gelieferte Informationsfülle einen Fixplatz in den Untersuchungsverfahren der Gießereiindustrie finden wird.

Um Einheitlichkeit zu schaffen, sind auf diesem Gebiet Normen dringend notwendig. Nur durch den Einsatz entsprechender Normen wird es zukünftig möglich sein, CT-Untersuchungen in Erstbemusterungen und Spezifikationen zu implementieren.

In Zukunft wird die Computertomographie in der Industrie eine immer stärkere Bedeutung erlangen. Daher ist es wichtig, dass die Gießereiindustrie sich diese Technologie zu Nutze macht und ihre zukünftigen Anwendungen mitbestimmt und mit beeinflusst, um die eigenen Interessen im internationalen Wettbewerb und im Wettbewerb der Fertigungsverfahren zu stärken und zu behaupten.



Besuchen Sie uns auf der
GIFA 2007 in Düsseldorf!
Halle 7, Stand C 20-12

Kontaktadresse:

ÖGI Österreichisches Gießerei-Institut
A-8700 Leoben, Parkstraße 21, Tel.: +43 (0)3842 43101 0
Fax: 1, E-Mail: office.ogi@unileoben.ac.at, www.ogi.at

voestalpine
GIESSEREI LINZ GMBH

Automatische Gussteilprüfung mittels Bildverarbeitung*)

Automatic Surface Inspection of Cast Parts using Image Processing



Dipl.-Ing. Werner Reisner, nach Studium der Technischen Mathematik an der Johannes Kepler Universität Linz Software-Entwicklung bei VA Stahl Linz AG und Keba Automatisierungselektronik AG. Derzeit Projektleiter nationaler und internationaler F&E-Projekte auf dem Gebiet Bildverarbeitung/Robotik bei der Profactor Produktionsforschungs GmbH, Steyr/OÖ.

Dr. Christian Eitzinger, nach Mechatronik-Studium an der Johannes Kepler Universität Linz Berufseinstieg bei Mid West Automation, Chicago/USA. Derzeit Leiter der Gruppe Bildverarbeitung bei der Profactor Produktionsforschungs GmbH.



Bildverarbeitung ist eine etablierte Methode, solche Prüfaufgaben automatisch, dokumentierbar und reproduzierbar durchzuführen. Aus Sicht der Bildverarbeitung ergeben sich aber bei der Inspektion von Gussteilen spezifische Herausforderungen, die mit der speziellen Oberfläche der Teile zusammenhängen. Zum einen besitzen Gussteile gewöhnlich eine komplexe Außenkontur, sind also in der Regel nicht geradlinig begrenzt. Zum anderen weisen rohe und auch bearbeitete Gussteile eine „zufällige“ Oberflächenstruktur (Textur) auf, die durch Bearbeitungsschritte wie Sandstrahlen, Fräsen oder Schleifen verursacht sind. Die Trennung zwischen regulärer Textur und Fehlern stellt daher besondere Herausforderungen an die Algorithmen, die die Bilder auswerten.

Auch das Reflexionsverhalten, entscheidend für die Inspektion mit Kameras, ist manchmal nur schwer vorherzusagen. Denn vorgelagerte Prozesse, wie z.B. das Bürsten oder das Waschen der Teile beeinflussen das Reflexionsverhalten ebenfalls.

Alle diese Umstände machen es daher oft notwendig, speziell angepasste Bildverarbeitungssysteme mit einer für Gussteile spezifisch entwickelten Auswertesoftware zu verwenden.

1. Einleitung

Bei der Bearbeitung und Herstellung von Gussteilen treten verschiedenste Arten von Fehlern an der Oberfläche auf, die prozessbedingt sind. Trotz großer Sorgfalt können diese nicht immer verhindert werden. Dazu gehören typischerweise Lunker, Poren, Kratzer, Beschädigungen, Ausbrüche oder Grate. In vielen Fällen beeinträchtigen diese Fehler die Funktion eines Teils und müssen daher im Rahmen einer Endkontrolle aussortiert werden, siehe **Abb. 1**.



Abb 1: Oberflächenfehler an bearbeiteter Gussteilfläche

reichend genau erfasst werden. Dazu bieten sich verschiedene Sensorsysteme an, die je nach gewünschter Taktzeit und Genauigkeit ausgewählt werden müssen.

2.1 3D-Inspektion von rohen Gussteilen

Um Fehler auf rohen Gussteilen zu finden, ist aufgrund der oft komplexen Geometrie der Einsatz von speziellen Beleuchtungen bzw. die Extraktion von 3D-Information sinnvoll. Um dies zu bewerkstelligen, stehen eine Reihe von Methoden zur Verfügung, die für den industriellen Einsatz robust, genau und schnell genug sind.

Shape from shading:

In vielen Fällen ist es nicht notwendig, die Geometrie des Teils exakt zu vermessen. Meistens reicht für die Klassifikation und Erkennung von Fehlern Information über die Beschaffenheit des Fehlers aus. Das heißt, ob der Fehler nach außen gewölbt ist, wie z.B. Schmutz, oder eben ist, wie z.B. ein Fleck, oder nach innen gewölbt ist, wie z.B. eine Delle. Eine flach einfallend gerichtete Beleuchtung, die z.B. mit einem LED-Linienlicht erzeugt werden kann, führt zu einem charakteristischen hell-dunkel Verlauf, siehe **Abb. 2**. Anhand dessen können diese Fehlerarten unterschieden werden. Diese Art der Bildaufnahme und -auswer-

2. Sensorik zur Oberflächenerfassung

Technisch wird die Erfassung der Oberfläche heute so gelöst, dass mit Hilfe von Zeilen- oder Matrixkameras Bilder von der Oberfläche des Teils erzeugt und für die spätere Verarbeitung in einem Rechner abgelegt werden. Besonderes Augenmerk muss dabei auf die Optimierung der Beleuchtung gelegt werden. Während Kratzer sehr gut mit einer flach einfallenden, gerichteten Beleuchtung (Dunkelfeld) sichtbar gemacht werden können, benötigt die Erkennung von Lunkern und Poren eine diffuse Auflichtbeleuchtung. Häufig wird daher derselbe Teil unter verschiedenen Beleuchtungen aufgenommen.

Für die Prüfung von rohen Gussteilen muss neben einer einfachen Durchlichtbeleuchtung auch sehr oft 3D-Information erzeugt werden. Nur so können die relevanten Bereiche hin-

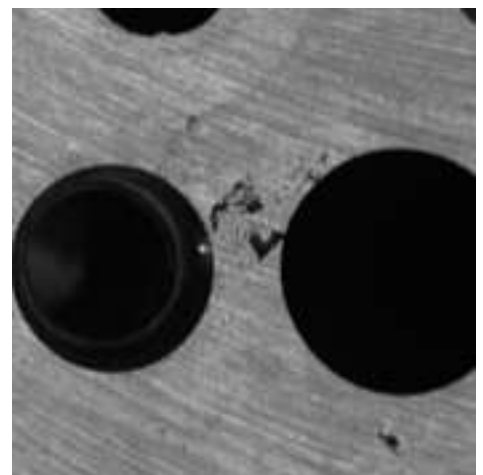


Abb. 2: Lunker durch Schattenwurf sichtbar gemacht

*) Vorgetragen von W. Reisner auf der 51. Österreichischen Gießereitagung am 19.4.2007 in Steyr/OÖ

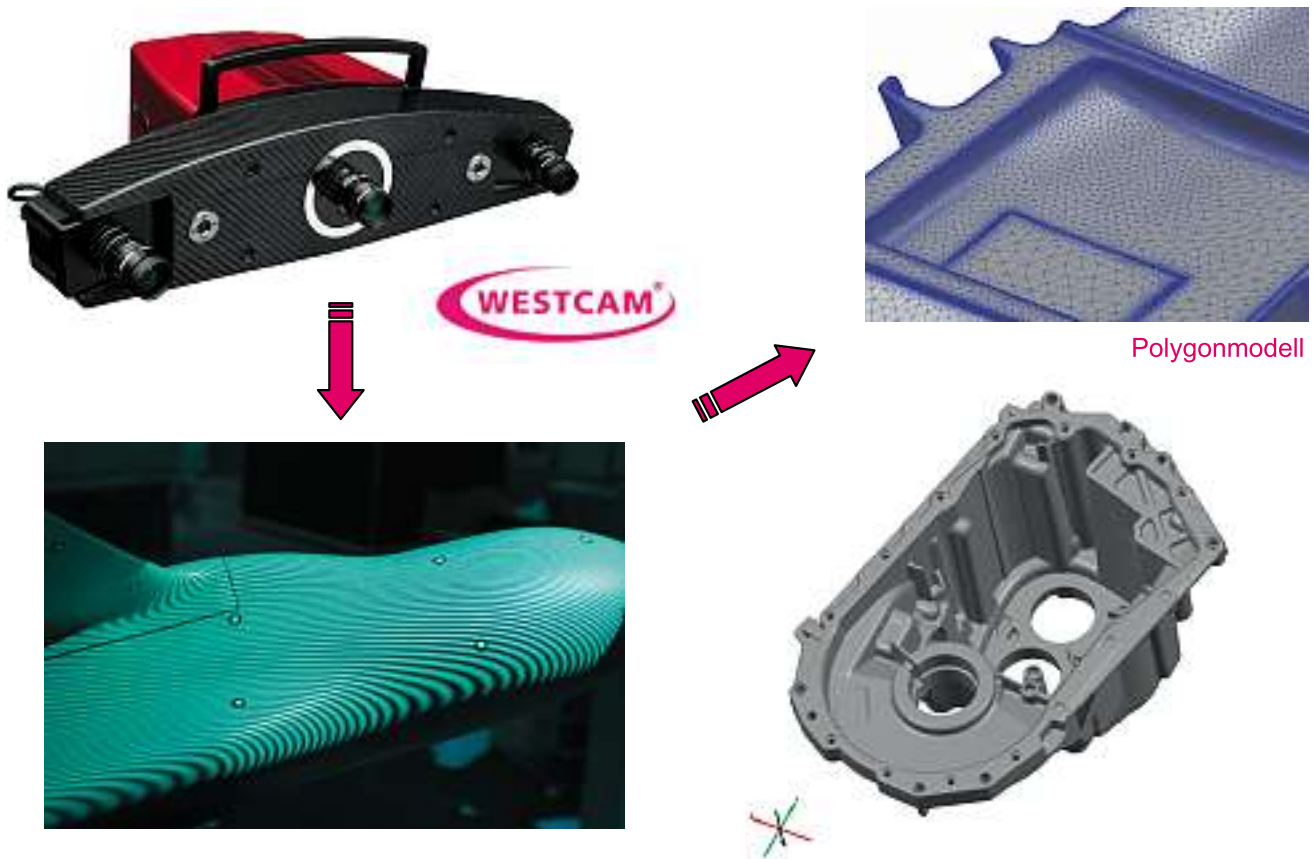


Abb 3: Geometrierekonstruktion durch Streifenlichtprojektion

tung ist allerdings auf ebene oder zylindrische Flächen beschränkt, die keine große Krümmung aufweisen. Dieses Verfahren wird häufig ergänzend eingesetzt, um Fehler abzuklären und Detailinformation zu gewinnen.

Streifenlichtprojektion:

Bei dieser Methode wird ein Sensorkopf verwendet, der aus einer Projektionseinheit in der Mitte des Gerätes und zwei Kameras besteht. Vor der Projektionseinheit verschiebt sich ein Streifenmuster, das durch eine starke Lichtquelle auf die Bauteiloberfläche projiziert wird. Die beiden Kameras, deren Winkel zueinander über eine photogrammetrische Kalibrierung bekannt ist, nehmen das Streifenmuster auf und errechnen daraus über das Triangulationsprinzip die 3D-

Koordinaten der Oberfläche. **Abb. 3** zeigt schematisch den Weg von der Projektion über ein Polygonmodell zur Teilegeometrie.

Typischer Einsatzbereich ist die Analyse von Gussteilen zum Vergleich zwischen 3D-CAD Daten und der tatsächlichen Form des Teils. Für 100%-Prüfungen wird dieses Verfahren aufgrund der Taktzeit nicht eingesetzt. Zudem ist es manchmal auch notwendig, die Oberfläche des Teils zu modifizieren, um Reflexionen zu vermeiden.

Laser-Triangulation:

Bei diesem Messverfahren wird als Lichtquelle ein Laser verwendet, dessen Strahl auf eine Linie aufgeweitet ist. Durch Abtastung des Objektes und Aufzeichnung der Laserprojektion mittels Kameras kann ebenfalls die 3D-Geometrie errechnet werden, siehe **Abb.4**.

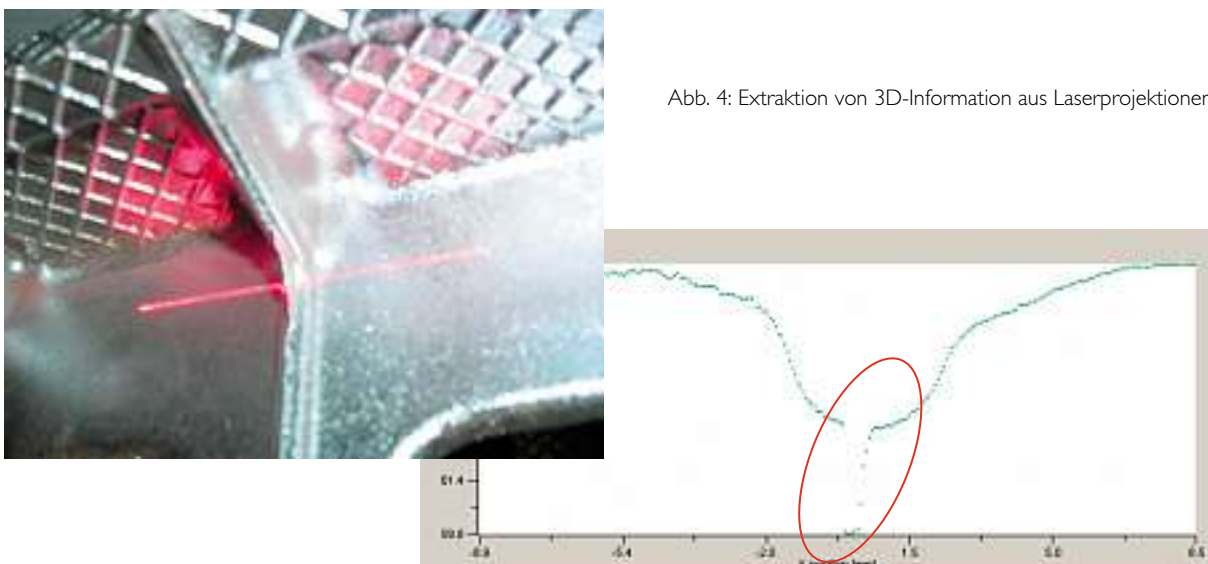


Abb. 4: Extraktion von 3D-Information aus Laserprojektionen



Abb. 5: Oberflächen Erfassung durch Lasertriangulation

Das Triangulationsverfahren ist sehr flexibel und kann sehr gut in Verbindung mit einem Roboter eingesetzt werden, der die relevanten Konturen abfährt. Weiters spricht die erreichbare Genauigkeit sowie die Geschwindigkeit für dieses System. Verfügbare Sensoren erlauben je nach Helligkeit des Lasers bis zu 1000 Profile pro Sekunde. Dadurch werden 100% Prüfungen möglich. Der Einsatz einer gerichteten Laserbeleuchtung hat den Vorteil einer großen Unabhängigkeit von der umgebenden Beleuchtung sowie von den speziellen Reflexionseigenschaften der Teile (Robustheit). Insbesondere beeinträchtigen Verschmutzungen der Oberfläche oder starke Schwankungen der Oberflächentextur den Laserscanner nur minimal.

Das unmittelbare Resultat einer solchen Laserabtastung ist eine 3D-Punktwolke, d.h. 3D-Koordinaten von Punkten, die verstreut auf der Oberfläche liegen, siehe **Abb. 5**. Diese 3D-Punktwolke kann mittels Software in ein Polygonmodell, also eine zusammenhängende Beschreibung der Oberfläche und schließlich in CAD-Daten transformiert werden. Damit ist es möglich, einen eingescannten Teil mit einem Sollteil zu vergleichen und Abweichungen zu detektieren, siehe **Abb. 6**. Es können aber auch Ebenheitsmaße oder Krümmungsradien direkt aus dem Polygonmodell berechnet werden und auf Toleranzüber- bzw. unterschreitung geprüft werden.

stärker hervorgehoben werden. Bei diffuser Beleuchtung wird die Oberflächenstruktur unterdrückt und Poren werden besser sichtbar. Häufig ist es auch sinnvoll, mehrere Bilder unter verschiedenen Beleuchtungen zu kombinieren und gemeinsam auszuwerten.

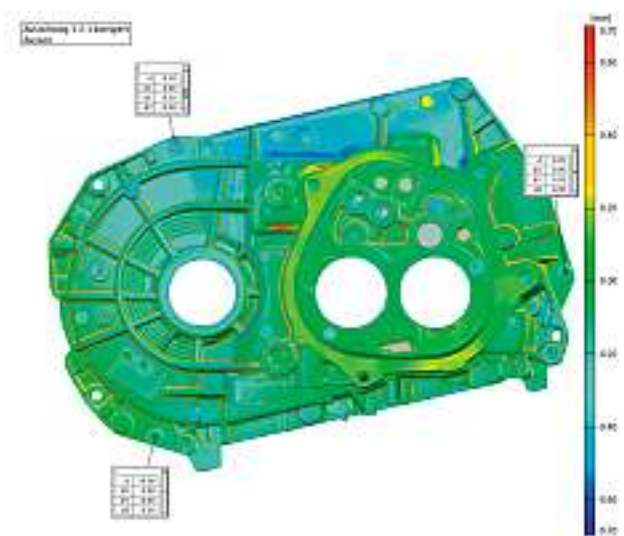


Abb. 6: Farbcodierte Darstellung der Abweichung zum Sollteil

2.2 2D-Inspektion von bearbeiteten Flächen

2D-Bildverarbeitung wird vorwiegend für die Prüfung von bearbeiteten Flächen eingesetzt. Dies umfasst z.B. die automatische Kontrolle der Umrisse einer Fläche oder die Analyse der Textur, d.h. das Finden von Merkmalen im „normalen“ Bearbeitungsmuster, etwa Lunken, Ausbrüche, Kratzer, etc. **Abb. 7**.

Die Bilder werden dabei entweder von Zeilenkameras oder von Matrixkameras aufgenommen, wobei sich bei der Aufnahme mit Zeilenkameras entweder der Teil oder die Kamera bewegen muss. Diese Bewegung muss in der Regel mittels einer Triggereinrichtung mit der Bildaufnahme synchronisiert werden, um von Bewegungsschwankungen unabhängig zu sein.

Hierbei fallen z.B. für Bauteile der Größe 500mm x 300 mm x 300 mm und eine Fehlerauflösung von 0,2 mm etwa 150 MB an Rohdaten an, die von der Auswertesoftware verarbeitet werden müssen. Moderne PC-basierte Systeme bewältigen dies in wenigen Sekunden.

Der Auswahl der Beleuchtung kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Je nach Anforderungen können durch eine gerichtete Beleuchtung die Oberflächenstrukturen wie Schleif- oder Fräsriefen oder kleine Kratzer

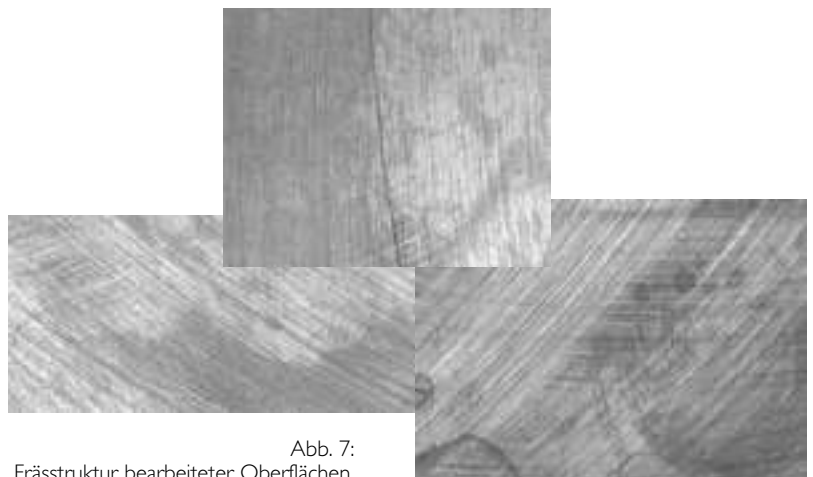


Abb. 7: Frässtruktur bearbeiteter Oberflächen.

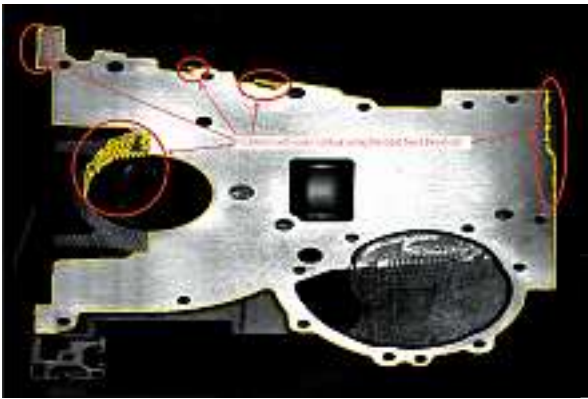


Abb. 8: Verfolgung der Umrisse zur Erkennung von Formfehlern

3. Auswertesoftware

Die Auswertung der Daten vom Bild bis zur Gut/Schlecht-Entscheidung erfordert eine Reihe von Verarbeitungsschritten.

1. **Umrisse finden:** Das Auffinden der Umrisse dient einerseits dazu, den Prüfbereich einzuschränken und andererseits Formfehler bzw. Fehler in der Abmessung zu detektieren. Die Kanten werden dabei verfolgt und Bohrungen und Ausnehmungen erkannt, siehe **Abb. 8**. Da die Maße der Gussteile und deren Lage vor der Kamera leicht variieren, ist die Definition von fixen Prüfmasken nicht möglich. Kantenverfolgung bietet eine flexible und robuste Möglichkeit mit diesen Variationen umzugehen,
2. **Texturanalyse:** Die Prüfflächen sowohl von rohen als auch von bearbeiteten Gussteilen weisen eine starke Textur auf (Fräsriefen, Schleifspuren, Sandabdruck,...). Um Fehler in dieser Textur zu erkennen, muss diese charakterisiert werden. Jede Abweichung von der Normtextur ist dann potentiell ein Fehler.
3. **Berechnung der Fehlermerkmale:** Von den in Pkt. 2 identifizierten Stellen werden Merkmale berechnet, z.B. die Fläche, die maximale Ausdehnung, etc., deren Toleranzen in der Software abgelegt sind.
4. **Klassifikation:** Anhand der Merkmale können die Fehler in Klassen eingeteilt werden. Dies kann eine einfache Gut/Schlecht-Entscheidung sein oder eine genauere Unterscheidung etwa für statistische Zwecke.

Allgemein werden an die Software eines Inspektionssystems für Gussteile ganz besondere Anforderungen gestellt. Sie muss mit allen prozessbedingten Schwankungen der Oberflächenstruktur umgehen können, aber gleichzeitig in der Lage sein, kleine Fehler zu detektieren. Zudem ist es sehr häufig notwendig, positionsabhängig unterschiedliche Qualitätskriterien anzuwenden. So müssen z.B. Flächen, die zur Abdichtung dienen, wesentlich genauer geprüft werden, als Flächen in unbelasteten Bereichen.

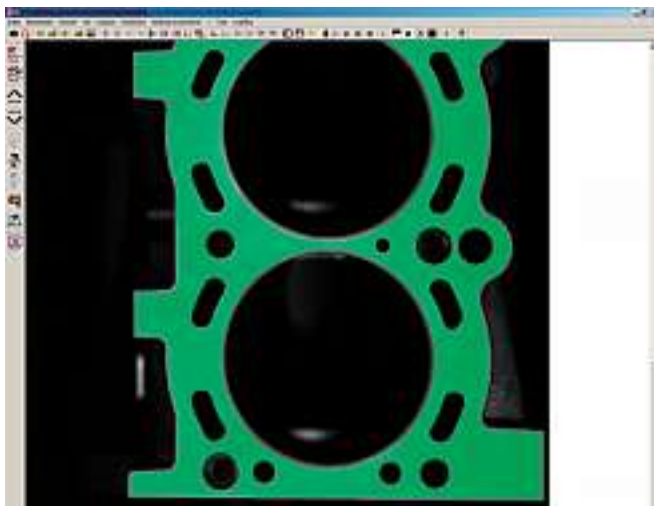


Abb. 9: Automatisch detektierte Prüffläche auf Gussteil

Die Algorithmen müssen dabei den Kameraeinstellungen und den Beleuchtungseinstellungen optimal angepasst werden. Denn die Bilder der zu detektierenden Fehler können bei unterschiedlichen Kamera/Beleuchtungs-Einstellungen sehr unterschiedlich aussehen. Die Parametrierung sollte zuerst von einem Bildverarbeitungsexperten zusammen mit dem Personal erfolgen, welches die Qualitätsprüfung der Teile bisher durchgeführt hat und daher die potentiellen Fehler kennt. Lernalgorithmen können diesen Prozess unterstützen und abkürzen. Nach erfolgter Parametrierung ist eine Phase der Feineinstellung notwendig, bei der ebenfalls Bildverarbeiter und Maschinenbediener kooperieren müssen. Nach dieser Phase ist es für den Maschinenbediener nicht mehr notwendig, in den Inspektionsablauf einzugreifen. Die Kommunikation läuft dann nur mehr zwischen Inspektionssystem und Anlagensteuerung ab.

4. Projektablauf

Neben den technischen Randbedingungen, die bei der Realisierung eines automatischen Inspektionssystems zu beachten sind, spielt auch die Einbindung aller beteiligten Personen eine wesentliche Rolle. Wenn die Prüfung bisher von menschlichen Experten durchgeführt wurde, so muss das Wissen dieser Experten in der Software abgebildet werden. Dieses Wissen ist in Grenzmusterkatalogen oder Prüfanweisungen häufig nur unzureichend dokumentiert. Um eine möglichst effiziente und reibungslose Umstellung von menschlicher Prüfung auf automatische Prüfung zu gewährleisten, sind folgende Punkte zu beachten:

- *Bildaufnahme von repräsentativen Musterteilen über einen längeren Zeitraum*

Die Bildaufnahmetechnik kann für die gesammelten Musterteile optimal ausgelegt werden. Dies spart Überdimensionierung und damit Kosten bzw. stellt sicher, dass alle Kategorien von Fehlern auch sichtbar gemacht werden können.

Ergebnis: Auslegung der Bildaufnahmetechnik (Kamera, Beleuchtung, ...)

- *Erstellen eines umfangreichen Testdatensatzes von den Prüfern bewerteter Bilder/Teile*

Die aufgenommenen und bewerteten Bilder dienen als Basis für die Anpassung und Parametrierung der Auswertesoftware. Die Parameter werden dabei so eingestellt, dass die maschinelle Klassifikation optimal der menschlichen gleicht.

Ergebnis: Datenbasis für die Entwicklungen schaffen

- *Integration und Inbetriebnahme des Systems*

Mit den Vorarbeiten der vorhergehenden Punkte kann nach der mechanischen und elektrischen Installation, sowie der Integration der Softwarekomponenten das System in kürzester möglicher Zeit in Betrieb genommen werden.

- *Nachbetreuung*

Um letzte Abstimmungen am System durchzuführen, ist eine Phase der gemeinsamen Bewertung des automatischen Systems mit der menschlichen Prüfung sinnvoll. In dieser Zeit werden schrittweise die Prüfkriterien angepasst, so dass ein optimales automatisches Prüfergebnis erzielt werden kann.

Diese bewährte Vorgangsweise erlaubt eine kostengünstige Lösung ohne Überdimensionierung. Zudem wird durch die Einbindung der Bediener und Prozessverantwortlichen eine reibungslose Umstellung von menschlicher auf automatische Prüfung möglich.

5. Zukünftige Entwicklungen

Neben den Bildverarbeitungsalgorithmen entsteht eine besondere Herausforderung bei Inspektionsprojekten auch dadurch, dass ein menschlicher Entscheidungsprozess in Software abgebildet werden muss. Trotz umfangreicher Qualitätsvorschriften und Grenzmusterkataloge liegt die Detailentscheidung immer noch beim Experten, der mit der täglichen Prüfung der Teile beschäftigt ist. Dieser menschliche Entscheidungsprozess muss in das Bildverarbeitungssystem übertragen werden. Bisher konnte diese Herausforderung nur so gelöst werden, dass ein fix vorgegebenes Regelsystem verwendet wurde, in dem einzelne Parameter manuell eingestellt und schrittweise an die Entscheidungen des Experten angepasst wurden. In einigen Fällen reicht dieses Regelsystem nicht aus und Änderungen an der Software werden notwendig. Generell tritt die Problematik auf, dass der Einstellprozess lange dauert und immer wieder Eingriffe in die Software erforderlich macht.

Neuere Entwicklungen ermöglichen es, diesen Vorgang zu automatisieren. Die Software wird dazu flexibel gestaltet, so dass Methoden des maschinellen Lernens eingesetzt werden können. Statt einer lange andauernden, manuellen Adaptierung, lernt das Prüfsystem vom Experten. Dazu prüft der Experte einige Zeit lang parallel zum System. Wann immer sich Prüfsystem und Experte uneinig sind, lernt das System und passt seine Entscheidungen an die des Prüfers an. Besonders berücksichtigt werden muss dabei, dass es zwischen den einzelnen Experten in der Regel systematische Unterschiede in der Bewertung der Teile gibt. Mit diesen Widersprüchen muss das Prüfsystem konstruktiv umgehen und trotzdem zu einer gültigen Entscheidung kommen.

Eine weitere technische Hürde stellt die Tatsache dar, dass es für die Beurteilung eines Teils nicht ausreicht, jeden einzelnen Fehler sequentiell zu betrachten. Sehr oft spielt die Gesamtheit der Fehler, also zum Beispiel die räumliche Anordnung, die Anzahl oder die Gesamtfläche, eine Rolle. Dies stellt besondere Anforderungen an die Klassifikationsalgorithmen, die mit einer undefinierten Anzahl an möglichen Fehlstellen umgehen können müssen.

Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes „DynaVis“ werden die Grundlagen für diese lernfähigen Systeme geschaffen. Erste Prototypen wurden bereits im industriellen Umfeld getestet und zeigen sehr gute Eigenschaften in Bezug auf Trefferrate und Robustheit. Erste Installationen werden im Lauf der nächsten 3 Jahre erwartet.

6. Literaturnachweis

- [1] Smith, M. & Bull, L. (2005) Genetic Programming with a Genetic Algorithm for Feature Construction and Selection. Genetic Programming and Evolvable Machines. (in press).

- [2] P.P. Mohanta, D.P. Mukherjee, S.T. Acton. Agglomerative Clustering for Image Segmentation. Proceedings of 16th International Conference on Pattern Recognition, pp. 664-667, 2002
- [3] E. Lughofer, U. Bodenhofer. Incremental Learning of Fuzzy Basis Function Networks with a Modified Version of Vector Quantization, to appear in Proceedings of IPMU, 2006
- [4] L.H. Chiang, E. L. Russell and R.D. Braatz. Fault Detection and Diagnosis in Industrial Systems. Springer Verlag New York Berlin Heidelberg, 2001
- [5] S. Pang, S. Ozawa and N. Kasabov. Incremental Linear Discriminant Analysis for Classification of Data Streams, IEEE Transaction on Systems, Men and Cybernetics – part B: Cybernetics, 35(5), October 2005
- [6] Juyang Weng, Wey-Shiuan Wang. Incremental Hierarchical Discriminant Regression for Online Image Classification. Proceedings of ICDAR 2001: 476-480, 2001
- [7] H. Roubos, M. Setnes, J. Abonyi. Learning Fuzzy Classification Rules from Labeled Data. Information Sciences – Informatics and Computer Science, 150 (1-2), pp 77-93, 2003
- [8] M.A. Goodrich, E.R. Boer, "Model-based Human-centered Task Automation: A Case Study in ACC System Design", IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics – Part A: Systems and Humans, Vol. 33, No. 3, pp. 325-336, 2003.
- [9] W. Müller, E. Wiederhold, "Machine learning methodology and cognitive modeling of human expert operators in anthropocentric processes", Proceedings of the Human Centered Processes Conference, Brest, France, pp. 301-306, 1999.
- [10] L. I. Kuncheva, "Combining Pattern Classifiers: Methods and Algorithms", Wiley, 2004.
- [11] R. P. W. Duin, "The combining classifier: to train or not to train?", Proceedings of the 16th International Conference on Pattern Recognition, Vol. 2, pp. 765-770, 2002.
- [12] S. D. Seichter, C. Eitzinger, F. Breitenacker, Model-Based Learning Classifiers for Surface Inspection Problems. Frontiers in simulation. Simulationstechnique 19th Symposium in Hannover. Eds. Matthias Becker, Helena Szczerbicka. Society for Modeling and Simulation International. SCS Publishing House e.V. San Diego, Erlangen. 2006. ISBN 3-936150-49-4. Hannover, September 2006
- [13] C. Eitzinger, W. Reisner, Texture Fault Detection by Non-parametric Sampling, 28th OAGM/AAPR Workshop, Digital Imaging in Media and Education, June 17-18, 2004, Hagenberg, pp. 95-102, ISBN 3-85403-179-3
- [14] C. Eitzinger, Nonsmooth Training of Fuzzy Neural Networks, Soft Computing 8, pp. 443-448, 2004

7. Danksagung

Die Arbeiten an lernfähigen Systemen zur Qualitätssicherung werden unterstützt durch die Europäische Kommission (Vertrag Nr. 016429). Der Beitrag gibt diesbezüglich nur die Ansichten der Autoren wieder.

Kontaktadresse: Profactor Produktionsforschungs GmbH
A-4407 Steyr-Gleink, Im Stadtgut A2
Tel.: +43 (0)7252 885 250, Fax: 101
E-Mail: christian.eitzinger@profactor.at, www.profactor.at

voestalpine
GIESSEREI TRAISEN GMBH

Mikroporen zuverlässig analysieren: Hochauflösende Röntgeninspektion mit CT-Option bei Druckguss Heidenau

Reliable Analysis of Micro-Pores: High resolution X-Ray-Inspection with CT-Option at Druckguss Heidenau



Dr. Dirk Neuber

Marketing und Business Development der
phoenix|x-ray Systems + Services GmbH,
Wunstorf/D



Dipl. Ing. (FH) Udo Röttschke

Leiter Qualitätsmanagement der DGH Group
– Druckguss Heidenau GmbH, Dohna/D



Bild 1: Alles aus einer Hand: Am Stammsitz der Druckguss Heidenau GmbH in Dohna sind Entwicklung, Werkzeugbau, Gießerei, Nachbearbeitung und Qualitätssicherung ideal miteinander verbunden.

Die rasante Entwicklung der Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen in der Automobil- und Luftfahrtindustrie hat dazu geführt, dass Röntgeninspektion im Leichtmetallguss heute industrieller Standard ist. Mit dem technischen Fortschritt steigen auch die Ansprüche in punkto Erkennung und Lokalisierung möglicher Gussfehler. So auch bei der Druckguss Heidenau GmbH (DGH-GROUP) in Dohna nahe Dresden. Für die Röntgeninspektion auch stärker absorbierender Gussteile setzt das Unternehmen auf einen x|argos mit 225 kV Mikrofocus-Röntgenröhre von phoenix|x-ray. Die kompakte Anlage bietet ein breites Spektrum manueller und automatischer Durchstrahlungsprüfungen. Seit kurzem bietet phoenix|x-ray Systems + Services auch die optionale Möglichkeit, den x|argos mit wenig Aufwand zu einem vollwertigen, aber dennoch erschwinglichen 3D Computer-Tomographiesystem aufzurüsten. Damit werden zum Beispiel die präzise dreidimensionale Lokalisierung sämtlicher im Gussteil vorhandener Hohlräume, automatische Porenanalysen und virtuelle Schiffe in beliebige Richtungen möglich.

Erfolgsgeschichte begann nach der Wende

Schon kurz nach der Privatisierung 1993 entwickelte sich die DGH-GROUP zu einem international anerkannten Lieferanten komplexer Druckgussteile für die Automobilindustrie. Insgesamt verfügt die DGH-Group heute an den drei Standorten Dohna, Hof und Hoym über 50 Gießzellen von 4.000 bis 23.000 kN Schließkraft mit einer Jahreskapazität von 18.000 t Al- und Mg-Druckguss. Erweiterungen auf Schließkräfte bis 32.000 kN stehen kurz vor der Inbetriebnahme. Dank der Integration der gesamten Herstellungskette mit Entwicklungszentrum, Formen- und Werkzeugbau sowie mechanischer Bearbeitung verfügt Druckguss Heidenau über ein schlüssiges Gesamtkonzept. Dem Kunden steht das gesamte Spektrum von der Bauteilentwicklung, über Prototyping und Werkzeugbau, bis zum fertig montierten Bauteil zur Verfügung. Zu den Kunden zählen neben allen deutschen Autoherstellern auch Marken wie Bentley, Rolls Royce oder Lamborghini sowie eine Vielzahl namhafter Tier-One-Supplier. Somit werden Gusskomponenten der DGH-Group auf nahezu allen Kontinenten der Erde verbaut. Gefragt sind vor allem Qualität und Flexibilität: sie reichen von der Entwicklung und Fertigung von Kleinserien mit nur wenigen Tausend Stück bis hin zu Komponenten von Massenmodellen.

Kunden erwarten höchste Qualität

Wer sich als Zulieferer der Automobilindustrie behaupten will, sieht sich einem globalen Zuliefererwettbewerb ausgesetzt. Um in einem Hochlohnland erfolgreich zu sein, bedarf es eines innovativen Vorsprungs bezüglich der Prozesstechnologie und kompromissloser Qualität. Hier sind die Anforderungen in den letzten Jahren in einer Weise gestiegen, die noch vor kurzem undenkbar war. In der Qualitätssicherung der nach ISO/TS 16949 und DIN EN ISO 14001 zertifizierten DGH-Group findet daher bei jedem Serienstart zunächst eine 100%-Prüfung statt. Das Qualitätssicherungsteam stellt eine produktionsbegleitende Fertigungsprüfung über alle Schichten sicher. Dazu gehören u.a. die Werkstoffanalyse und der Einsatz moderner Koordinatenmesstechnik. Selbstverständlich zählt auch seit Jahrzehnten die Röntgenprüfung dazu.

Als nun eine alte 160 kV-Anlage ersetzt werden musste, war ein System mit höherer Röhrenleistung das Gebot der Stunde. Schließlich werden an den 21 Gießzellen in Dohna z.B. auch Kurbelwellenlagertraversen mit eingegossenen Lagerstühlen aus Sphäroguss gefertigt. Darin wird Röntgenstrahlung ungleich stärker absorbiert als in reinem



Bild 2: Die 21 Gießzellen am DGH-Standort Dohna verfügen über eine Jahreskapazität von 9.000 t Aluminium.

Aluminium. Um Wandstärken von 70 mm Aluminium und 30 mm Sphäroguss zu durchdringen, musste eine 225 kV-Röntgenanlage her. So wurde zwecks Evaluierung ein Mitarbeiter mit besonders schwierigen Proben zu verschiedenen Anbietern geschickt. Seine Aufgabe war es nicht nur, zu prüfen, ob die Anlage alle technischen Forderungen erfüllt, sondern auch in der Praxis einfach und intuitiv zu bedienen ist.

Flexible Mikrofocus-Röntgenanlage

Die Entscheidung fiel schließlich auf einen x|argos des Mikro- und Nanofocus Röntgentechnologie-Spezialisten phoenix|x-ray Systems + Services aus Wunstorf. Dieses hochauflösende Mikrofocus-Röntgensystem mit halb- oder vollautomatischer Werkstückhandhabung verfügt über eine offene 225 kV Röntgenröhre mit 320 Watt maximaler Leistung. In der außen kompakten, aber innen geräumigen Vollschutzkabine können Teile bis zu 100 kg Gewicht und bis zu 900 mm Höhe und 600 mm Durchmesser manuell oder automatisiert geprüft werden. An Stelle eines sperrigen Bedienpults verfügt der x|argos über eine an einem Schwenkarm flexibel angebrachte Bedieneinheit, die sich jeder Bediener nach seinen individuellen Bedürfnissen einrichten kann. Eine manuell oder automatisch steuerbare isozentrische sechssachsige CNC-Manipulation ermöglicht beliebige Ansichten des Prüflings aus allen Winkeln. So werden Materialfehler wie Lunker, Einschlüsse, Porositäten bzw. Auflockerungen und Risse in Bestrahlungsrichtung erkannt oder Maßabweichungen geprüft.



Bild 3: Kompaktes Inspektionssystem mit Schwenkarm: QW-Mitarbeiter Maik Hübner legt ein Kupplungs- und Getriebegehäuse in den x|argos ein.

Die kleinste mit der 225 kV Mikrofocus-Röntgenröhre erreichbare Brennfleckgröße liegt bei ca. 5 Mikrometer. Damit wirft der Strahlkegel einen vergleichsweise kleinen Halbschatten, der sich wiederum sehr positiv auf die Schärfe des Bildes auswirkt. Bei dünnwandigen Proben erlaubt dies eine Detailerkennbarkeit von wenigen Mikrometern. Auch kleine Poren werden so besser erkennbar. Dies wird zusätzlich durch den vergleichsweise kleinen Fokus-Objekt-Abstand der Mikrofocus-Röhre begünstigt: So kann das Untersuchungsobjekt sehr nahe an den Brennfleck gebracht werden. Dadurch wird eine totale Vergrößerung um das bis zu 900fache erzielt. Die Echtzeit-Visualisierung des mit Hilfe eines Bildverstärkers mit CCD-Kamera gewonnenen Durchstrahlungsbildes erfolgt über einen 24"-TFT-Bildschirm. Die Röntgeninspektionssoftware quality|assurance bietet verschiedene Bildverarbeitungs- und Messfunktionen und dient zur CNC-Programmierung der sechs Manipulationsachsen.

CNC ermöglicht automatisierte Prüfabläufe

Röhre und Bildverstärker des x|argos befinden sich an einem C-Arm, so dass das Untersuchungsobjekt praktisch aus jeder beliebigen Richtung untersucht werden kann. Ein intuitives Teach-in-Konzept er-

möglicht die einfache Programmierung von Prüfabläufen. Bei DGH wurde hierfür eine spezielle Vorrichtung aus Polypropylen entwickelt, welche es ermöglicht, unterschiedlichste Gussteile immer gleich zu positionieren. Störende Befestigungselemente sind nicht erforderlich – das Bauteil scheint für den Betrachter zu schweben. Das System fährt automatisch alle gewünschten Prüfpositionen an, stellt dabei die jeweils optimalen Röntgenparameter ein und wendet ggf. Filter etc. zur optimierten Bildverarbeitung an. Im interaktiven Modus entscheidet der Bediener, ob das Teil in Ordnung ist. Wenn gewünscht, wird dann das evtl. mit Anmerkungen oder Vermessungen versehene Digitalbild automatisch gespeichert oder eine Ergebnisdatei erstellt. Durch die digitale Bildverarbeitung kann auch die Notwendigkeit zur Bereithaltung von Röntgengrenzmustern für jedes Gussteil wegfallen. Denn im Zweifelsfall kann der Bediener einfach ein abgespeichertes digitales Vergleichsbild mit dem Durchstrahlungsbild vergleichen.

Geringer Wartungsaufwand

Da der x|argos im Dreischichtbetrieb rund um die Uhr zum Einsatz kommt, waren nicht nur kurze Service-Reaktionszeiten gefragt, sondern am besten auch möglichst kurze Stillstandzeiten. Der x|argos verfügt über eine offene 225 kV Mikrofocus-Röntgenröhre mit praktisch unbegrenzter Lebensdauer. Damit entfällt der sehr teure Austausch einer kompletten geschlossenen Röhre nach nur wenigen Jahren Betrieb. Einziges Verschleißteil ist die Kathode, die alle paar Monate ausgewechselt werden muss. Da die Austauschkatoden bereits vorjustiert geliefert werden, können sie einfach und schnell vom jeweiligen Bediener der Anlage ausgewechselt werden. Es vergehen höchstens 20-30 Minuten, bevor sie wieder voll einsatzfähig ist.



Bild 4: Die offene 225 kV Mikrofocus-Röntgenröhre erlaubt hochauflösende Röntgeninspektion bei praktisch unbegrenzter Röhren-Lebensdauer.

Erschwingliche Computer-Tomographie ermöglicht Lokalisierung verborgener Defekte

Da es Guss ohne Poren nicht gibt, ist die Gewissheit wichtig, sie dort zu haben, wo sie die Funktion des Bauteils nicht gefährden. Seit kurzem bietet phoenix|x-ray Systems + Services daher den x|argos auch mit optionaler Computer-Tomographie (CT) an. Während herkömmliche Tomographen in der Regel auf teure digitale Flachdetektoren setzen und nicht für den zweidimensionalen Inspektionsalltag tauglich sind, ist beim x|argos Computer-Tomographie auf Basis des normalen Bildverstärkers möglich. So kann das System sehr einfach

und ohne Zusatzinvestitionen in irgendwelche Hardware zu einem vollwertigen CT-System aufgewertet werden.

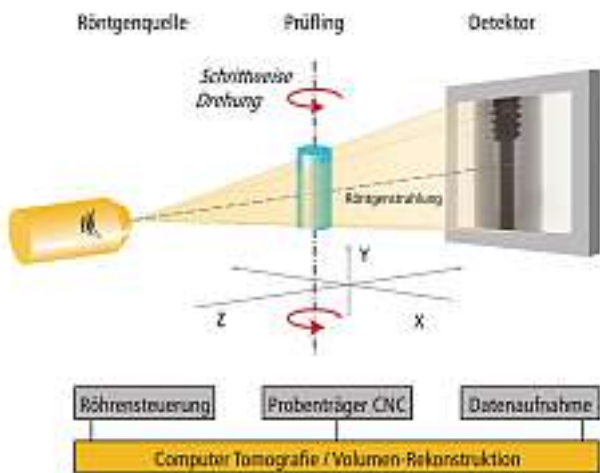


Bild 5: Um ein dreidimensionales CT-Volumen zu erzeugen, wird das Untersuchungsobjekt im Röntgenkegel gedreht, um zunächst eine Serie von zweidimensionalen Durchstrahlungsbildern aufzunehmen.

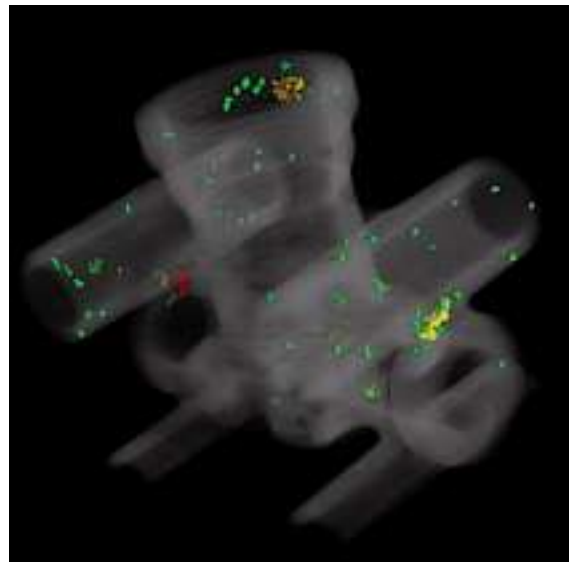


Bild 6: Die automatische Porositätsanalyse eines tomographierten Gussteils veranschaulicht auf einen Blick die räumliche Verteilung der Poren und markiert Bereiche mit besonders hoher Porosität.

Ohne das Bauteil zu berühren, liefert Computer-Tomographie zeitgleich schnelle und präzise Informationen über die äußere und innere Struktur auch komplexester Bauteile. Mit ihrer Hilfe kann die räumliche Lage von Poren, Lunkern oder eingegossenen Sphärogussteilen präzise bestimmt und vermessen werden. Für die CT werden während einer 360-Grad Umdrehung des Prüflings mehrere hundert zweidimensionale Röntgenbilder aufgenommen und aus ihnen die 3D-Volumendaten numerisch rekonstruiert. Das Ergebnis liegt bald darauf in Form von Schichtbildern vor, die in vielfältiger Weise räumlich visualisiert und vermessen werden können. Durch virtuelle Schnitte in beliebige Richtungen können nicht nur zeitaufwendige zerstörende Schliffe ersetzt werden, sondern es eröffnen sich ganz neue Möglichkeiten bei der Fehleranalyse oder der Vermessung von Bauteilen. Spezielle Analysetools erlauben beispielsweise Porenanalysen für komplette Gussteile einfach per Mausklick, statistische Auswertungen oder die farbliche Segmentierung unterschiedlicher Porositätsgrößen. Computer-Tomographie ermöglicht auch dimensionelle Messungen beispielsweise der Wandstärken innerer Bauteilstrukturen.

Um im globalen Wettbewerb auch zukünftig mit Innovationen und Qualität vorne mitspielen zu können, werden die europäischen

Gießereien in den nächsten Jahren nicht umher kommen, die vielfältigen Analysemöglichkeiten der Computer-Tomographie in der Prozessoptimierung und Qualitätskontrolle zu nutzen. Mit dem xlargos bietet sich nun erstmals auch klein- und mittelständischen Gießereien die Möglichkeit, ein erschwingliches 2D-Inspektionssystem bedarfsweise auch für CT zu nutzen.

Kontaktadressen:

DGH-Group – Druckguss Heidenau GmbH, D-01809 Dohna
Müglitztalstraße 43, Tel.: + 49 (0)3529 5 88-364, Fax: + 49 (0)3529 5 88-390
E-Mail: roetschke@dgheidenau.de, www.dgheidenau.de

phoenix|x-ray Systems + Services GmbH, D-31515 Wunstorf, Niels-Bohr-Str. 7
Tel.: + 49 (0)5031 172-124, Fax: + 49 (0)5031 172-299
Mail: dneuber@phoenix-xray.com, www.phoenix-xray.com



Besuchen Sie uns auf der
GIFA 2007 in Düsseldorf !
phönix: Halle 3, Stand A 18

+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.



Zerstörungsfreie Prüfungen in Gießereien

Nondestructive Testing in Foundries



KommRat Ing. Gerhard Aufricht,

Zertifizierter Stufe 3 Prüfer nach EN 473, Gesellschafter der Firma Mittli KG, einer der 3 technischen Geschäftsführer der ARGE QS 3 Ausbildung, Vizepräsident der ÖGFZP

Mechanische Strukturen zu prüfen bedeutet, ihre äußeren und inneren Fehler festzustellen bzw. ihre Zusammensetzung chemisch oder physikalisch (Analyse bzw. Struktur) zu ermitteln, um ihren spezifikationsgemäßen Zustand oder Gebrauchswert zu belegen.

Jedes Eindringen mit mechanischen Mitteln würde den zu prüfenden Gegenstand zumindest teilweise zerstören (Beispiel: Entnahme von Stäben, Bohrkernen usw. für mechanische Prüfungen).

Klangproben, visuelle Prüfungen und Prüfungen auf Dichtheit waren schon sehr früh Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung.

Die **visuelle Prüfung** (VT) ist eines der wirkungsvollsten Prüfverfahren und ist vor dem Einsatz anderer Prüfverfahren anzuwenden. Üblicherweise bedient man sich des unbewaffneten Auges; Voraussetzung ist ein max. Abstand von 600 mm und eine Lichtquelle von 500 Lux.

Um die Wirksamkeit zu verbessern, werden Hilfsmittel wie Vergrößerungsgläser, Teleskope, Periskope, Innensichtgeräte, Schablonen, Glasfibreroptiken, Videoendoskope oder TV-Kameras eingesetzt.

Mit visuellen Prüfverfahren können Formfehler, Gussfehler, Reinigungsfehler, Sandeinschlüsse, Poren, Risse, Versatz, Steiger- und Eingussausbildung und Oberflächengüte erkannt werden.

Oberflächenfehler an ferromagnetischen Gussstücken werden mit Hilfe der **Magnetpulverprüfung** (MT) nachgewiesen.

Das magnetische Streufeld kann durch feine, auf die Oberfläche aufgetragene ferromagnetische Teilchen nachgewiesen werden. Zumeist werden diese mittels Trägerflüssigkeit wie Wasser, fallweise auch als Trockenpulver aufgebracht. Damit werden Lage, Größe, Form und Ausmaß des Fehlers abgebildet.

Als Prüftechniken bedient man sich je nach Größe und Form der Prüfgegenstände einer *Spulenmagnetisierung* oder eines zentralen Leiters für hohle Teile mit Stromkabel von transportablen Magnetisierungsgeräten. Die gebräuchlichsten Magnetisierungstechniken sind *Stromdurchflutung mit Kontaktelektroden* bzw. Handmagnete, womit die gesamte Oberfläche durch stufenweises Abtasten geprüft wird.

Die Prüfung von großen Oberflächen erfordert eine Vielfachprüfung und ist sehr zeitaufwendig. Vor allem bei Großgussstücken (Armaturen, Turbinengehäuse) wo die Gusssoberfläche in vielen Fällen zu 100 % geprüft werden muss, wird die „*Overall-Magnetisierung*“ eingesetzt.

Prüfströme, Wechselstrom und/oder Halbwellengleichstrom werden mit Amperestärken zwischen 1.000 – 20.000 angewendet.

Bei fertig bearbeiteten Oberflächen und vor allem bei nicht ferromagnetischen Werkstoffen wird die **Eindringprüfung** (PT) eingesetzt. Mit dieser Prüfmethode können Fehler gefunden werden, die zur Oberfläche hin offen sind. Nachgewiesen werden feinste Oberflächenrisse, Poren, Überlappungen, Dopplungen und ähnliche Fehler. Die Prüfung kann für Vormaterial, Guss, Eisen- und Nichteisenmetalle, Sinterwerkstoffe, Keramik, Plastik und Glas verwendet werden. Sie bietet auch Möglichkeiten für

die Bindungskontrolle (Klebung, Lötungen, etc.) und für die Dichtheitsprüfung.

Man verwendet *Rot-Weiß*-, bzw. *fluoreszierende Prüfmittelsysteme*.

Bei diesen Prüfmittelsystemen verwendet man je nach der geforderten Nachweisempfindlichkeit:

- mit Wasser abwaschbare Eindringmittel;
- mit Lösungsmittel entfernbare Eindringmittel;
- nachemulgierbare Eindringmittel.



GE IT X-Ray Cube Röntgen-Durchleuchtungsanlage

Ihr Partner in der Material- prüfung



Innov-X RFA Analysengerät

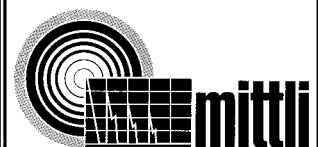


GE-IT Ultraschall-Prüfsystem



WAS Spektrometer

**PROBLEMLÖSUNG
BERATUNG
LEIHGERÄTE
SERVICE**



Mittli Kommanditgesellschaft
1030 Wien, Hegergasse 7
Tel. 01/798 66 11-0Δ, Fax DW 31
<http://www.mittli.at>

Das gebräuchlichste ist das wasserabwaschbare Rot-Weiß System. Das System mit Lösungsmittel wird dort angewandt, wo keine Reinigung mit Wasser möglich ist. Das nachemulgierbare System zählt zu den empfindlichsten, ist aber in der Anwendung aufwendiger.

Die Prüfschritte werden bei großen Prüfgegenständen manuell abgearbeitet. Im Bereich der Alu-Druckguss-Fertigung werden automatische Prüfanlagen eingesetzt.

Die **Ultraschallprüfung** an Gussstücken findet ihre Grenzen im groben Gefüge, welches eine starke Schallschwächung und eine ausgeprägte Schallstreuung verursachen kann. Der Fehlerkatalog umfasst Lunker, nichtmetallische Einschlüsse, Warmrisse u.ä., die mit Normal-, Winkel- und SE-Prüfköpfen unterschiedlicher Frequenzen nachgewiesen werden. Je nach Art und Zulässigkeit werden sie ausgebohrt und einer Wärmebehandlung zugeführt.

Die Ultraschallprüfung bietet eine gute Möglichkeit der Klassifizierung und Bewertung von Ungenauigkeiten. Sie ist die meist eingesetzte Prüfmethode zur Feststellung von Volumsfehlern in metallischen Komponenten.

Für die *Prozesskontrolle* werden Ultraschallprüfanlagen auch zur Qualitätsüberwachung von Gefügebildungen (z.B. Sphäroguss) mittels Schallgeschwindigkeitsmessungen eingesetzt.

Die **industrielle Radiografie** ist nach wie vor eine der wichtigsten Methoden der zerstörungsfreien Prüfung. 1995 wurden 100 Jahre Röntgenprüfung gefeiert.

Hauptanwendungsgebiet der industriellen Radiografie ist die Bauteilprüfung metallischer Produkte. Dies gilt vor allem für Schweißverbindungen, Guss- und Schmiedestücke, soweit es die zu durchstrahlenden Materialdicken erlauben.

Für diesen großen Bereich stehen verschiedene Geräte zur Verfügung. Sie erlauben die Prüfung von Teilen geringer (wenige Millimeter) bis großer Dicke (um etwa 600 Millimeter, z.B. aus Stahl).

Um die Vielfalt der Anforderungen an die radiographische Prüfung erfüllen zu können, wird in den Geräten weiche, mittelharte und harte (wie auch sehr harte und ultraharte Strahlung) mit Röhrenspannungen von 20 bis 7.500 kV – erzeugt.

Alternativ können Radionuklide (Iridium 192, Selen 75, Kobalt 60 oder andere) als Strahlerquellen eingesetzt werden.

Für die Röntgen- wie auch für die Gamma-Durchstrahlung wird überwiegend die *Filmtechnik*, in jüngster Zeit auch „wieder verwendbare Folien“ mit speziellen Auswertestationen, zur Bewertung und Archivierung der Informationen benutzt.

In der *Serienfertigung* von Leichtmetall-Bauteilen werden verkettete *Vollschutz-Röntgendurchleuchtungsanlagen* eingesetzt. Sie ermöglichen eine rationelle, automatische Prüfung, wobei je nach Prüfobjekt auch eine automatische Bewertung der Schattenbilder möglich ist. Entsprechend diesen Aufgaben sind die Größe der Anlagen, Aufwand, Preis, Handhabungssysteme usw. anwenderspezifisch zu lösen.

Diese **Radioskopie**-Systeme finden sich in Fertigungsprozessen für Kunststoffe, Leichtmetalle, bedingt Stahl oder Verbundwerkstoffe. Als bildgebendes System wird nicht ein Film, sondern werden Bildverstärker bzw. Flachbilddetektoren verwendet, die das digitalisierte Schattenbild auf einen Bildschirm bringen. Mit Hilfe rechnergestützter Bildverbesserungstechniken kann die Nachweisempfindlichkeit guter Röntgenfilmaufnahmen – spezifikationsgerecht – erreicht werden.

Die Radioskopie wird in der Forschung und Entwicklung neuer Verbundwerkstoffe, sowie in der Mikroelektronik mit speziellen Rönt-



MDS Nordion Isotopen-Arbeitsgeräte

gen-Mikrofokusröhren (3 – 200 µm) eingesetzt. Ihr Haupteinsatzgebiet ist die Verfahrens- und Fertigungsprüfung bei Leichtmetallgussteilen, vorwiegend Sicherheitsteilen für die KFZ-Industrie. Die Bewertung der auf einem Monitor abgebildeten Durchleuchtungsbilder erfolgt durch einen zertifizierten RT-Prüfer. Bei Serienprodukten, z.B. Alu-Radfelgen, Radträgern u.ä. mit engen Gusstoleranzen, erfolgt die Bewertung – objektiv, online – durch eine Auswerteelektronik, die sich einer rechnergestützten Mustererkennung bedient.

Die Dokumentation kann mit Videorekorder, Videoprinter oder Videofilmsystemen erfolgen. Für die Archivierung dienen Videobänder, Filme oder OpticalDiscs.

Röntgen-Geräte werden für den mobilen und stationären Einsatz gebaut. Hierbei unterscheidet man Eintankgeräte und solche, wo die Hochspannungserzeugung räumlich getrennt von der Röntgenröhre erfolgt. Es werden Eintankgeräte, Einpol- und Zweipol-Röntgenröhren von 200 kV bis 450 kV und Anodenverlustleistungen zwischen 600 W und 5 kW eingesetzt. Durch Verwendung von Transformatoren mit Mittelfrequenztechnologie entspricht die Röntgenstrahlung einer Gleichspannungsanlage.

Isotopen-Arbeitsgeräte verwenden radioaktive Strahler, die im Gegensatz zu den abschaltbaren Röntgenanlagen immer Strahlung aussenden. Der Aufbau und die Konstruktion dieser Geräte ist daher schon aus Strahlenschutzgründen völlig anders.

Sie zeichnen sich durch einfache Handhabung, kleine Abmessungen, geringes Gewicht, unkomplizierte Bedienungsmechanik sowie hinreichenden Strahlenschutz aus.

Als Abschirmung finden vorwiegend Uran oder Wolfram Verwendung. Für den Transport wird der Strahler im Isotopen-Arbeitsgerät durch eine Haltevorrichtung fixiert.

Nach Anschluss eines Ausfahrerschlauches bzw. Ausfahrrohres sowie dem Anschluss einer Fernbedienung kann das Gerät aufgesperrt und die Verschlussmechanik geöffnet werden. Erst dann ist das Ausfahren des Strahlers, entweder manuell oder mittels Fernbedienung, in den Ausfahrerschlauch für die Exposition möglich.

Kontaktadresse:

Mittli KG, A-1030 Wien, Hegergasse 7,
Tel.: +43 (0)1 7986611 0, Fax: 31,
E-Mail: aufricht@mittli.at, www.mittli.at

Besuchen Sie uns im Internet: **www.verlag-lorenz.at**

Zukunftstechnologie für höchstbelastete Druckgussmotoren aus Aluminium*)

Future Technology for High Loaded HPDC-Aluminium Engines



Dr.-Ing. Stephan Beer, nach Gießerei-Studium an der RWTH Aachen Dissertation über Mg-Werkstoffe am MPI Düsseldorf. 1995 Berufseinstieg bei Fa. Kolbenschmidt, 2000 bis 2002 Tätigkeit bei Hydro Aluminium. Seit 2003 Leiter der Verfahrensentwicklung und Prototypengießerei bei der KS Aluminium-Technologie AG.

Dipl. Ing. Thomas Batz,

Prozessentwicklung Druckguss

Horst Denndorfer,

Prozessentwicklung Druckguss

Dipl.-Ing. Joerg Voeller,

Projektmanager Produktentwicklung

Dipl.-Ing. Helge Haensel,

Leiter Prozessoptimierung



Bild 1: Einteiliges Zylinderkurbelgehäuse in Schürzenbauweise mit den innovativen Technologien LOKASIL®, Closed-deck und MMC-Hauptlagerverstärkung

Kurzfassung

Bei der Entwicklung von hochbelasteten Aluminium-Zylinderkurbelgehäusen setzt die KS Aluminium-Technologie AG auf einen weiterentwickelten Druckgussprozess. Hierbei kommt LOKASIL® als verschleißbeständige Lauffächentechnologie zum Einsatz. Zur Versteifung des Zylinderdecks wird optional das Closed-deck design durch druckgussfeste verlorene Kerne auf der Basis von Salz oder Sand abgebildet. Eine im Strukturkomponenten-Druckguss übliche Vakuumtechnologie und Gießwerkzeugtemperierung ermöglichen hohe Festigkeitseigenschaften durch eine T6-/T7-Wärmebehandlung. MMC-Lagerstuhlverstärkungen (Material Matrix Composites) kombinieren höherbelastbare Kurbelwellenhauptlagerbereiche mit minimalen Lagerspaltverlusten und geringst möglicher Geräuschanregung. Entsprechende Technologieträger werden vorgestellt (**Bilder 1 und 2**).

Abstract

KS Aluminium-Technologie AG has developed a concept for the future which is based on an advanced high-pressure die cast process. This concept targets a lightweight, rigid cylinder block which simultaneously exhibits maximum load capacity, implemented by applying a highly productive high-pressure die casting process. The defined requirements can be met by this process in the following way:

Component Rigidity: Realization of the closed-deck option by means of sand or salt cores resistant to HPDC. **Component strength:** Unrestricted heat treat ability by exploiting the option of "real time control", i.e. optimized, slower die filling in combination with vacuum support (gas extraction system of the die). **Engine function:** quasi monolithic cylinder block in conjunction with LOKASIL® cylinder bore surfaces. **Additional option:** MMC bearing bulkhead reinforcement. Technology prototypes are presented (**pictures 1 and 2**).

1. Einleitung

Die KS Aluminium-Technologie AG als etabliertes und führendes Unternehmen bei der Herstellung von Vollaluminium-Zylinderkurbel-



Bild 2: Zweiteiliges LOKASIL®-Zylinderkurbelgehäuse mit herkömmlichem Open-deck und dem dazugehörigen Bedplate mit MMC-Hauptlagerverstärkung

gehäusen [1] stellt sich den hinreichend bekannten Herausforderungen des Marktes und des Wettbewerbs bei der Herstellung von hochbelastbaren Druckgussmotoren aus Aluminium. Dazu zählen:

- die **zunehmende Verschärfung der regulativen Anforderungen** wie z. B. der weiteren Reduzierung der Abgasemissionsgrenzwerte,
- die **Veränderung der gesellschafts- und umweltpolitischen Anforderungen** mit einem zunehmenden Zwang der Ressourcenschonung und Kraftstoffverbrauchsreduzierung,
- **steigende Kundenanforderungen** an die Qualität und Haltbarkeit der Produkte bei gleichzeitig reduzierten „Costs of Ownership“, wie z. B. geringer Motorölverbrauch, verlängerte Ölwechselintervalle, Lebensdauerauslegung des Motors,
- der **weltweite Einsatz der Kraftfahrzeuge** mit marktspezifisch stark unterschiedlichen Kraftstoffqualitäten.

*) Vorgetragen von St. Beer auf der 51. Österreichischen Gießereitagung am 19.4.2007 in Steyr/OÖ.



Schnitt und Gefüge durch die LOKASIL®-Lauffläche

Bild 3: LOKASIL®-Technologie, seit 1996/1997 im Porsche Boxster und 911 in Serie

2. Zielsetzung

Zielsetzung der hier vorgestellten Arbeiten ist die kostengünstige Fertigung von Zylinderkurbelgehäusen und Bedplates für höchste Anforderungen hinsichtlich steigender spezifischer Leistungen (insbesondere in Verbindung mit „Downsizing“), Schadstoffemissionen (Euro 5) und weiterer Verbrauchsminimierung des Kraftstoffs (CA-CEA CO₂-Selbstverpflichtung).

Daraus resultieren weiter gestiegene Ansprüche an das Produkt wie leichte und steife Konzepte, die hoch beanspruchbar sind. Das „Downsizing“ (Hubraumreduzierung mit platzsparender, möglichst kompakter Bauweise) erfordert die Umsetzung eines quasimonolithischen Konzeptes ohne zusätzliche Laufbuchsen. Bei Sicherstellung einer optimalen Motorfunktion soll auch der Einsatz bei PKW-DI-Dieselmotoren mit 200 bar Zünddruck gewährleistet sein.

Als Herstellverfahren wurde der hochproduktive und kostengünstige Druckgussprozess ausgewählt, den es galt, entsprechend weiterzuentwickeln.

3. Darzustellende Produktmerkmale im Druckguss

Im Rahmen der beschriebenen Entwicklung wurden folgende Handlungsfelder adressiert:

- 3.1 LOKASIL® als verschleißbeständige Lauffächentechnologie.
- 3.2 Closed-deck design zur Versteifung des Zylinderdecks.
- 3.3 Lagerstuhlverstärkung MMC (Material Matrix Composites) für höher belastbare Kurbelwellenhauptlagerbereiche mit geringer Wärmeausdehnung.
- 3.4 Festigkeitssteigerung durch eine T6-/ T7-Wärmebehandlung.

3.1 LOKASIL® als verschleißbeständige Lauffächentechnologie

LOKASIL® ist eine Werkstofffamilie mit heute primär zwei Versionen für die Serienanwendung. Die faserlose Variante auf der Basis einer reinen Partikel-Preform ist bei der KS Aluminiumtechnologie AG bereits seit 1996 im Porsche Boxster (**Bild 3**) und seit 1997 im 911 im Serieneinsatz. HONDA hatte bereits in den 80er Jahren eine rein auf einem Gemisch aus Al-Oxid- und C-Fasern basierende Preform für die Zylinderlaufflächen vorgestellt (Honda Prelude) [2, 3].

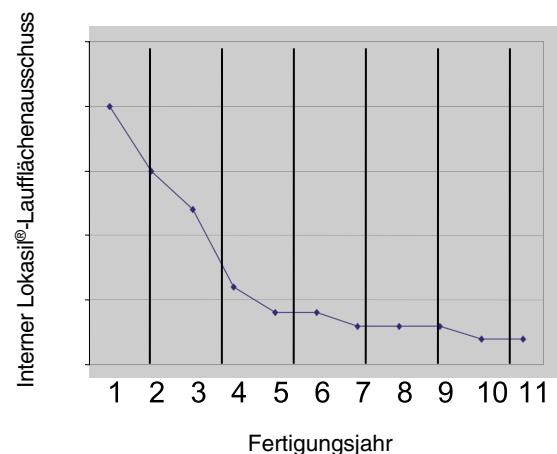


Bild 4: Seit mehreren Jahren liegt der auf die LOKASIL®-Technologie zurückzuführende Ausschuss durch konsequente systematische Prozessoptimierung bei sehr geringen Werten

Druckkurven:

Druckgussprozess

Squeezecastprozess

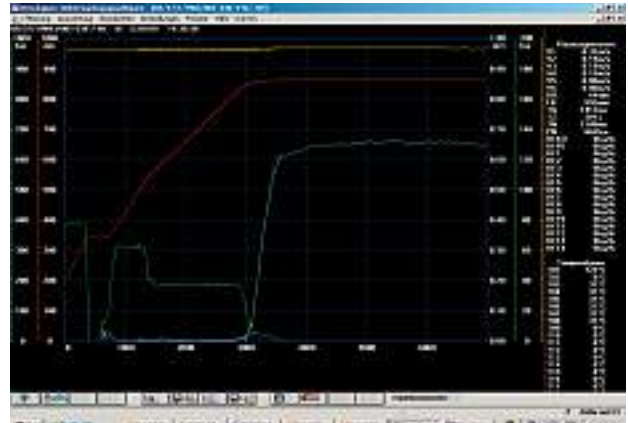


Bild 5: Vergleich der Charakteristika Druckgussversus Squeezecast-Prozess

Derzeit werden LOKASIL®-Zylinderkurbelgehäuse im Squeeze-Casting-Verfahren gegossen.

Nun ist es gelungen, bei gleichbleibend höchsten Qualitätsansprüchen die LOKASIL®-Technologie im kostengünstigeren Druckgussverfahren darzustellen.

Das quasimonolithische LOKASIL®-Konzept vereint die Vorteile lokaler Si-Anreicherung zur Gewährleistung ausreichender Verschleißfestigkeit der Lauffläche und gleichzeitig das Gießen mit einer untereutektischen Standardlegierung AlSi9Cu3. Der mit dem umgebenden Material spaltfrei verbundene LOKASIL®-Verbundwerkstoff entsteht bekannterweise [4, 5, 6] durch Infiltration der vorgeheizten Preforms (hochporöse, hohlzylindrische Körper aus Si-Kristallen) mit der Al-Legierung. Die Si-Kristalle sind lokal im Bereich der Zylinderbohrungen angereichert, während das übrige Gehäuse aus einer leicht zu bearbeitenden, kostengünstigen Druckgusslegierung besteht.

Die Weiterentwicklung der LOKASIL®-Technologie konzentrierte sich auf den Wechsel des Herstellverfahrens, auf die Entwicklung einer kostengünstigen Preform sowie auf eine Stabilisierung des Gießprozesses mit konstant niedrigen Ausschusswerten (Bild 4).

Als Gießverfahren kommt nun der echtzeitgeregelte Druckguss zum Einsatz. Bei entsprechender Modifizierung der Anschnittgeometrie sowie angepasster Werkzeugauslegung lässt sich mittels echtzeitgeregelter Kolbengeschwindigkeit die Formfüllung auf die Bedürfnisse der LOKASIL®-Technologie einstellen. Im direkten Vergleich mit dem Druckgussprozess wird die Anschnittgeschwindigkeit deutlich verringert, respektive die Formfüllzeit verlängert (Bild 5), was für eine wesentlich weniger turbulente Formfüllung sorgt.

Charakteristika:

Druckguss-Prozess

Strömungsgeschw.: 20 m/s – 80 m/s

Formfüllung: schnell, < 0,2 Sek.

Formfüllung: turbulent

Produktivität: hoch

Entlüftung: mit Vakuum-entlüftung gut

Eignung: besonders für dünnwandige Bauteile < 2mm Wandstärke

Squeezecast-Prozess

1 m/s – 20 m/s

langsam, > 1 Sek.

laminar

hoch

mit Vakuumentlüftung sehr gut

besonders für qualitativ hochwertige Bauteile (sehr geringer Oxid- und Porositätsanteil), < 3,5 mm Wandstärke sowie zu infiltrierenden Inserts

Die Weiterentwicklung der Preforms zielte auf eine Kostenreduktion ab. Die seit 1996 in Serie eingesetzten Si-Partikel-Preforms (LOKASIL II) werden mittels des Gel-Gefriergießverfahrens [4] dargestellt. Die nun entwickelten Faser-Partikel-Preforms (LOKASIL I und Ib) werden durch ein Ansaugen der Faser-Partikel-Dispersion durch ein zylindrisches Sieb erzeugt, eine signifikant kostengünstigere Herstelltechnologie.

Allen Preformtypen ist ein abschließender Sinterprozess gemein, wobei der zunächst benötigte organische Binderanteil ausgebrannt werden muss und gleichzeitig der anorganische aktiviert wird. Bild 6 zeigt eine Übersicht der Zusammensetzung, Preise und Zugfestigkeiten der verfügbaren Preformtypen.

3.2 Closed-deck zur Versteifung des Zylinderdecks

Das Closed-deck Design erhöht die Steifigkeit des Zylinderkurbelgehäuses, was zu verringerten Bohrungsverzügen (allerdings höherer Ordnung) führt, und ist aus höchstbelasteten Otto- und Dieselmotoren nicht mehr wegzudenken.

Prinzipbedingt werden heutzutage Closed-deck Zylinderkurbelgehäuse in den klassischen Sandguss-, Kokillenguss- und Niederdruckgussverfahren in Serie hergestellt. Bei höchsten Ansprüchen hinsichtlich Gestaltungsfreiheit wird auf das Lostfoamverfahren zurückgegriffen.

Im herkömmlichen Druckgussverfahren mit konventionellen Dauerformen ist es nicht möglich, den Wassermantel als hochkomplexe Geometrie mit Hinterschneidungen und verdeckten Kanten mittels verlornen Kerne abzubilden. Letzteres im Druckguss darzustellen, setzt den Einsatz von speziell hergestellten verlorenen Gießkernen auf Sand- oder Salzbasis voraus. Die Anforderungen an den Gießkern (Tab. 1) sind zum einen hohe Steifigkeit und Stabilität zum Händeln sowie genügende Festigkeit, um der Beanspruchung während des Gießprozesses standzuhalten. Andererseits muss der Wassermantel wirtschaftlich entkernbar sein.

Die KS-ATAG hat bereits Ende der 80er Jahre die ersten Schritte mit einem druckgussfesten Sandkern getätigt, dem sogenannten „Doehlercore“. Der organisch gebundene (auf SO₂-Basis) druckgussfeste Doehlercore wurde bereits zweifach geschichtet. Die „Grundbeschichtung“ zielte auf eine Vermeidung der Penetration des Sandkernes mit der Schmelze, die „Topbeschichtung“ war für die Entkernung verantwortlich. Die Konstruktionsfreiheit des Kernes war infolge des schlechten Fließverhaltens des Sandes nur mäßig, ebenfalls die Ent-

Variante	Fasern	Partikel
II (Serie)	keine	25% Silizium
I	5%ig Al ₂ O ₃ -Kurzfasern	15% Silizium
Ib	7,5%ig Ca-Mg-Silikat- Kurzfasern	15% Silizium

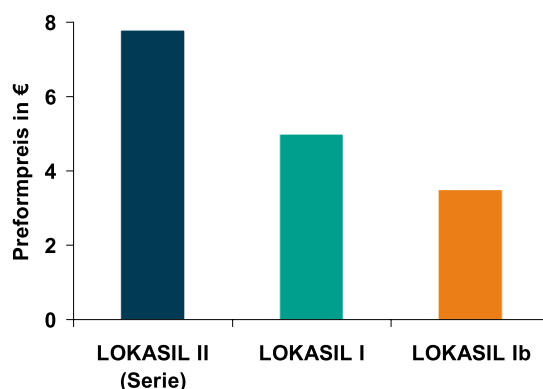
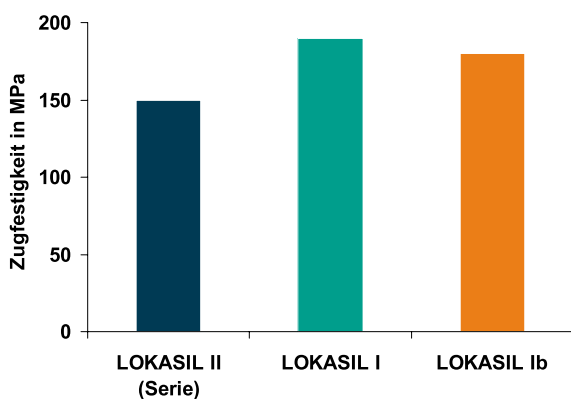


Bild 6: Übersicht der Zusammensetzung, Preise und Zugfestigkeiten der verfügbaren Preformtypen

Verfahren	Referenz: Cold-Box im ND-/SK-Guss (nicht DG- geeignet)	Warm-Box (DG-geeignet)	Doehlercore SO ₂ - gebunden (DG- geeignet)	Salzkern gegossen (DG- geeignet)	Metallaus- schmelz- kern (DG- geeignet)
Eigenschaften					
Konstruktive Gestaltungsfreiheit	++	+	0	0	+
Druckbeständigkeit	--	+	+	++	++
Temperaturbeständigkeit	0	0	0	+	++
Strömungsgeschwindigkeits- Beständigkeit	+	0	0	+	+
Mechan. Belastbarkeit	+	0	0	+	+
Penetrationsneigung	+	0	-	++	+
Entkernbarkeit	++	0	-	+	-
Maß- und Formbeständigkeit	+	0	0	+	+
Wirtschaftlichkeit	+	0	-	-	--

++ sehr gut + gut 0 ausreichend - mangelhaft -- ungenügend

Tab. 1: Anforderungen an einen druckgussfesten verlorenen Kern

kernbarkeit. Eine ähnliche Entwicklung hatte HONDA bereits Mitte der 80er Jahre in Kombination mit einer Faserpreform für die Zylinderlaufflächen im Honda Prelude in Serie gebracht (hergestellt in einem Squeezecasting-Verfahren). Der Doehlercore war vor nahezu 20 Jahren ein sehr interessanter Ansatz und wohl seiner Zeit voraus. Infolge der damals verfügbaren Anlagentechnologie (Squeezecasting; den echtzeitgeregelten Druckguss gab es noch nicht) hat er sich auf der Kostenseite nicht durchsetzen können. Auch war die Notwendigkeit dieser Technologie in der Motorentechnik noch nicht gegeben.

Bei höchsten spezifischen Leistungsansprüchen kommen die Motorenentwickler zukünftig am Closed-deck Design kaum mehr vorbei. Aus diesem Grund wurde auf der Basis des Doehlercorekonzeptes ein modifizierter Ansatz gewählt (**Bild 1**). Basierend auf einem organischen Warmboxbinder erzeugen wir die Kerne mit dem synthetischen Cerabeads-Sand, ein Aluminosilikatsand mit kugelförmiger Kornform. Dieser Formstoff zeichnet sich durch seine gute Fließfähigkeit, hohe Gasdurchlässigkeit, hohe Druckbeständigkeit und hohe Packungsdichte aus. Vergleichbar zu dem Doehlercore werden die Kerne ebenfalls mit einer Grund- sowie einer Topbeschichtung geschichtet und einem Trocknungsprozess unterzogen.

Der **Tabelle 1** ist zu entnehmen, dass im Vergleich zum Doehlercore die Gestaltungsfreiheit verbessert ist. Die Entkernbarkeit lässt sich durch den Zusatz von Additiven ebenfalls verbessern. Auch ist hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit ein Vorteil generiert worden. Die eingestellten Produktionsparameter an der echtzeitgeregelten Druckgussmaschine entsprechen denen der LOKASIL®-Technologie. Insofern lassen sich beide Technologien unter denselben Bedingungen herstellen.

3.3 MMC-Lagerstuhlverstärkung (Material Matrix Composites) für höher belastbare Kurbelwellenhauptlagerbereiche

Lagerstuhlverstärkungen sind derzeit nur über das Eingießen von schweren Grauguss- (oder Sphärogusseinsätzen) im Kurbelwellenhauptlagerbereich möglich.

Die Herstellung von Zylinderkurbelgehäusen oder Bedplates mit MMC-Lagerstuhlverstärkungen erfolgt durch Eingießen und Infiltrie-

ren von hochporösen Einlegeteilen aus Keramik-Fasern bzw. -Partikeln (**Bild 7**). Es werden Preforms eingesetzt, welche die Werkstoffeigenschaften lokal in bestimmter Intensität verbessern und dabei eine bessere Nutzung des Massenreduzierungspotenzials entsprechender Al-Bauteile ermöglichen (**Bild 8**).



Bild 7: MMC-Schnittstück aus einer Lagerbrücke mit einer eingegossenen Preform im Druckguss

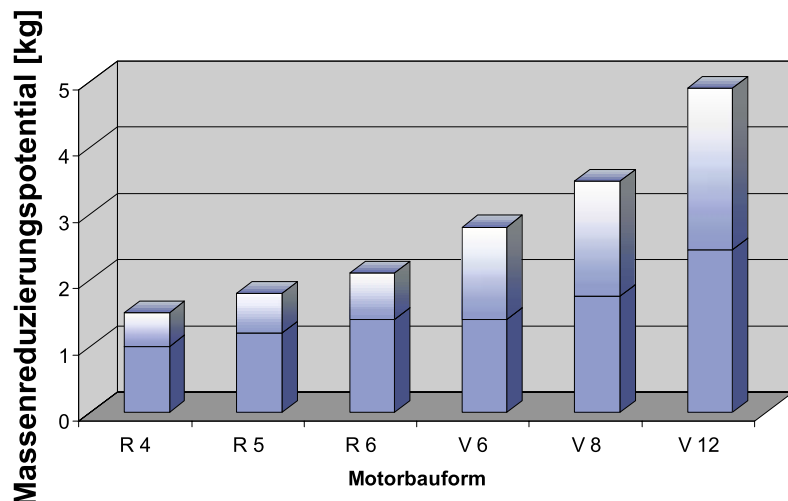


Bild 8: Minimal und maximal zu erwartendes Massenreduzierungspotential bei Substitution der GJS-Eingussteile durch MMC-Technologie

Die MMC- Lagerstuhlverstärkungen kombinieren folgende Vorteile [7]:

- Massenreduzierung des Bauteiles
- Reduzierung des Wärmeausdehnungsverhaltens der Lagergasse und der Formabweichung der Hauptlagerbohrungen
- Erhöhung der Steifigkeit gegenüber unverstärktem Aluminium
- Bei entsprechender Preformauslegung auch Erhöhung der (lokalen) Festigkeit des Zylinderkurbelgehäuses.

Es ergibt sich ein spaltfreier Verbund mit dem umgebenden Aluminium zur Vermeidung von Leckagen bei der Schmierölversorgung der Hauptlager. Weiterhin bietet die MMC-Technologie die Option einer 360° Wärmeausdehnungsverringerung in Hinblick auf minimale Lagerspaltverluste (Ölpumpenverlustleistung) bei geringst möglicher Geräuschanregung (Bild 9).

Eigenschaften und Gefüge des hier zur Anwendung kommenden Al-MMC-Verbundwerkstoffs sind Bild 10 zu entnehmen. Bei der aktuellen Entwicklung stand zur Reduzierung der Lageraufweitung gezielt die Einstellung eines Wärmeausdehnungskoeffizienten vergleichbar zu GJS/ GJV im Fokus. Die Verbundwerkstoffe bieten den Vorteil, lokal maßgeschneiderte Eigenschaften erzeugen zu können. Insofern wird einer bestimmten Eigenschaft erste Priorität eingeräumt, allerdings ohne die übrigen aus dem Auge zu verlieren.

Wie aus Bild 11 hervorgeht, kann die Optimierung auch in Richtung Festigkeits- oder Steifigkeitserhöhung getrieben werden. Dabei würde sich dann optional auch eine Integration der Hauptlagergewinde in den verstärkten Bereich anbieten. Mit Blick auf die Serienanwendung setzen jedoch bei allen MMC-Anwendungen die Kosten für die Verstärkungswerkstoffe sowie die Bearbeitbarkeit des Verbundwerkstoffs klar erkennbare Grenzen.



Bild 9: Al-MMC-Technologie: optional ist eine 360°-Hauptlagerstärkung sowohl im Zylinderkurbelgehäuse als auch im Bedplate möglich

Eigenschaften

Wärmeausdehnungskoeffizient α
 Dichte ρ
 Härte
 Biegefestigkeit σ_0
 Zugfestigkeit R_m
 Druckfestigkeit $R_{s0,2}$
 Umlaufbiegewechselfestigkeit σ_{bw}
 E-Modul
 40 % Fasern und Partikel,
 Rest Aluminium

Wert

12–12*10⁻⁶ 1/K
 2,5 g/cm³
 170–200 HB
 320 MPa
 225 MPa
 500 MPa
 132 MPa
 93.000 MPa

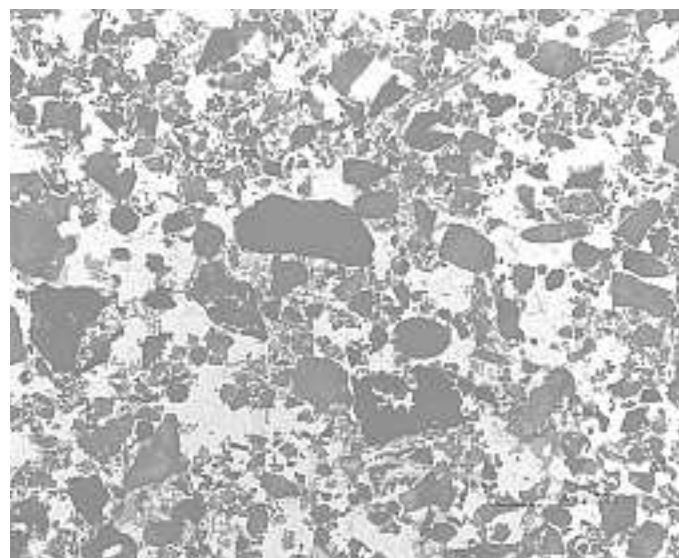


Bild 10: Eigenschaften und Gefügestruktur des aktuell verwendeten Al-MMC-Verbundwerkstoffes

3.4 Festigkeitssteigerung durch eine T6-/ T7-Wärmebehandlung

Der herkömmliche Druckgussprozess führt infolge seiner sehr turbulenten Formfüllung zu vielen Gaseinschlüssen, die unter hohem Druck erstarren und somit komprimiert sind. Bei einer T6- / T7-Wärmebehandlung dehnen sich diese Gaseinschlüsse aus („blistern“), so dass diese festigkeitssteigernde Wärmebehandlung praktisch nicht durchführbar ist.

Die Nutzung der „Echtzeitregelung“ der Druckgussmaschine ermöglicht in Verbindung mit einer angepassten Anschnittgeometrie eine

optimierte, langsame Formfüllung. In Verbindung mit verfahrensnotwendiger Vakuumentlüftung (Absaugen der Gase aus der Form), optimierter Sprühtechnik und angepasster Giesswerkzeugtemperierung gewährleistet die uneingeschränkte Wärmebehandelbarkeit des Gussteiles.

Die so realisierten Festigkeitswerte im Lagerstuhl sind der **Tabelle 2** zu entnehmen.

Weiteres Optimierungspotential liegt in der optimierten Abstimmung der Haupteinflussfaktoren (Formfüllung, Entlüftung, Sprühtechnik, Werkzeugtemperierung) sowie z.B. auch Legierungszusammensetzung und Bauteilgeometrie.

4. Realisierte Technologieträger

Die in den **Bildern 1 und 2** abgebildeten Technologieträger basieren auf in Serie produzierten Reihen-4- und -5-Zylinderkurbelgehäusen, hergestellt im Druckgussverfahren. **Bild 1** zeigt ein Beispiel, bei dem die vorgestellten innovativen Technologien LOKASIL®, Closed-deck und MMC-Hauptlagerverstärkung in einem einteiligen Zylinderkurbelgehäuse in Schürzenbauweise vereinigt sind. In **Bild 2** ist ein zweiteiliges LOKASIL®-Zylinderkurbelgehäuse mit herkömmlichem Open-deck und dem dazugehörigen Bedplate mit MMC-Hauptlagerverstärkung zu sehen.

Der „Königsweg“ (also die Nutzung aller entwickelten Optionen) wäre die Kombination der genannten vier Aufgabenstellungen, also im Druckgussprozess die Realisierung eines voll wärmebehandelbaren Closed-deck Zylinderkurbelgehäuses mit LOKASIL®-Laufflächen und MMC-Lagerstuhlverstärkungen in Kombination mit einem entsprechend verstärkten Bedplate.

Die bisherigen Entwicklungen bestätigen das hohe Potential, je nach Anforderungsprofil des Motors das entsprechende Zylinderkurbelgehäuse darstellen zu können.

Anmerkung

Die hier gezeigten Technologie-Träger beruhen auf Innovationen, die von der KS Aluminium-Technologie AG eigenständig entwickelt wurden. Die gießtechnische Realisierung erfolgte auf der Basis ausgemusterter modifizierter Seriengießwerkzeuge. Es entspricht nicht der Absicht der KS Aluminium-Technologie AG, die entsprechenden Kunden mit diesen Entwicklungen in Verbindung zu bringen.

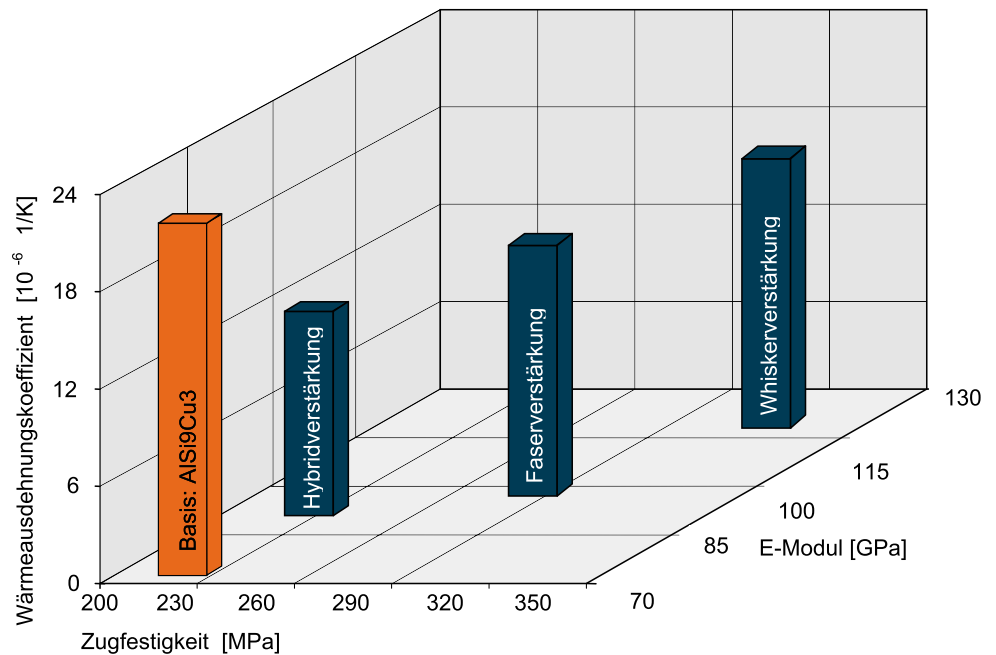


Bild 11: Die Aluminium-Matrix-Verbundwerkstoffe (Al-MMC) lassen sich gezielt auf optimale (niedrige) Wärmeausdehnung oder hohe Zugfestigkeit mit hohem E-Modul trimmen. Dabei beeinflussen sich die Werkstoffkennwerte gegenseitig

Literatur

- [1] Koehler, E.; Niehues, J.; Sommer, B.: Vollaluminium-Zylinderkurbelgehäuse – Aluminium – Zylinderlaufflächen. VDI-Berichte Nr. 1830, 2005, S. 177-198
- [2] Hayashi, T.; Ushio, H.; Ebisawa, M.: The Properties of Hybrid Fiber Reinforced Metal and its Application for Engine Block. SAE Technical Paper Series 890557
- [3] Ebisawa, M.; Hara, T.; Hayashi, T.; Ushio, H.: Production Process of Metal Matrix Composite (MMC) Engine Block. SAE Technical Paper Series 910835
- [4] Koehler, E.; Niehues, J.; Ludescher, F.; Peppinghaus, D.: LOKASIL®-Zylinderlaufflächen – integrierte lokale Verbundwerkstofflösung für Aluminium-Zylinderkurbelgehäuse. ATZ-/MTZ-Sonderausgabe „Werkstoffe im Automobilbau“, 1996
- [5] Everwin, E.; Koehler, E.; Ludescher, F.; Münker, B.; Peppinghaus, D.: LOKASIL®-Zylinderlaufflächen: Eine neue Verbundwerkstofflösung geht mit dem Porsche Boxster in Serie. ATZ-/MTZ-Sonderausgabe „Porsche Boxster“, 1996
- [6] Koehler, E.; Lenke, I.; Niehues, J.: LOKASIL® - eine bewährte Technologie für Hochleistungsmotoren – im Vergleich mit anderen Konzepten. VDI-Berichte Nr. 1612, 2001, S. 35–54
- [7] Lokale Anpassung der Werkstoffeigenschaften im Lagerungsbereich von Leichtmetallgehäusen durch einen Verbundwerkstoff: Verbundforschungsvorhaben im Rahmen des BMBF-Materialforschungsprogrammes MaTech ; Gemeinsamer Abschlußbericht des Projekts 03 N 3056, 2003

	Zug-/ Druck- wechselfestigkeit R=-1	Zugschwellfestigkeit R=0 (max. Spannung)
Druckguss konventionell	32 MPa	54 MPa
Druckguss mit Vakuumunterstützung	42 MPa	68 MPa
Druckguss mit Vakuum	50 MPa	78 MPa
Druckguss T7 mit Vakuum	70 MPa	115 MPa
Potenzial: Druckguss T6/ T7 mit Vakuum	75 -80 MPa	123 - 130 MPa

Tab. 2: Vergleich von Dauerfestigkeitswerten von Druckguss (Legierung „VDS 226“) bei 150°C (Frequenz 100 Hz, Lastspielzahl 20 Mio., Werte für Pü90

Kontaktadresse:

KS Aluminium-Technologie AG
D-Neckarsulm, Hafenstraße 25
Tel.: +49 (0)7132 33 4517
Fax: +49 (0)7132 33 54517
E-Mail: stephan.beer@kolbenschmidt.de

Über den Vergleich zwischen dem Bedarf an qualifiziertem Personal und den Ausbildungs- und Qualifizierungszahlen im Modellbau am Beispiel Deutschland*)

Concerning the Comparison between the Need for qualified Personnel and the Number of trained and qualified Individuals in the Field of Pattern Making using Germany as an Example



Dr. Udo Hennecke, Jahrgang 1972, ist seit Anfang 2007 aufgrund seiner erworbenen Qualifikationen als Werkstoffwissenschaftler Netzwerkmanager am Kompetenzzentrum Modellbau in Bad Wildungen. Ebenfalls seit Anfang 2007 ist er Leiter des Instituts für Modell- und Formenbau, welches in Zusammenarbeit mit der Bundesfachschule Modellbau den Studiengang Computational Process Engineering sowie Seminare für den Modell- und Formenbau entwickelt und durchführt.

Helmut Moser, Jahrgang 1948, legte 1968 die Gesellenprüfung und 1976 die Meisterprüfung im Modellbauer-Handwerk ab. Nach beruflichen Stationen als Werkstattleiter im Handwerk, Fertigungsplaner in der Gießereindustrie sowie Ausbilder und Berater in Südostasien ist er seit 1985 Mitarbeiter und seit 2000 Fachbereichsleiter der Bundesfachschule Modellbau an der Holzfachschule Bad Wildungen. Dort finden die überbetrieblichen Unterweisungslehrgänge im Modellbauer-Handwerk sowie Kurse zur Vorbereitung auf die Modellbauer-Meisterprüfung für Teilnehmer aus Industrie und Handwerk statt.



tionalisierung und aus weiteren hier nicht näher betrachteten Gründen, nahm die Anzahl der Auszubildenden im Modellbaubereich seit 2001 ab (vgl. **Abb.2**). In dem Zeitraum vor 2001 gab es verschiedene Schwankungen der Zahl der Auszubildenden. Auch hier ist anzumerken, dass es derzeit nicht abzusehen ist, dass sich an dem Trend der Abnahme der Anzahl der Auszubildenden in der näheren Zukunft etwas ändert.



Abb. 2: Entwicklung der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge im Modellbau (Industrie und Handwerk) in der Bundesrepublik Deutschland

Es ist aus der Presse allgemein bekannt, dass die Bevölkerungszahlen in der Bundesrepublik Deutschland derzeit rückläufig sind. In **Abb.1** sind die Zahlen der Bevölkerungszunahme in der Bundesrepublik Deutschland seit 1991 zu sehen, wobei die negativen (in rot dargestellten) Zahlen für die Abnahme in diesen Jahren stehen.

Vor dem dargestellten Zeitraum nahm die Bevölkerungszahl ebenfalls ab und es ist derzeit nicht abzusehen, dass sich an dem Trend der Bevölkerungsabnahme in der näheren Zukunft etwas ändert.



Abb. 1: Bevölkerungszunahme in der Bundesrepublik Deutschland seit 1991 laut statistischem Bundesamt

Aus der Abnahme der Bevölkerungszahl ergibt sich, dass immer weniger Personen zur Verfügung stehen, die in den verschiedenen Berufen ausgebildet werden. Aus diesem Grund, aus Gründen der Ra-

Die Anzahl der bestandenen Meisterprüfungen in der Bundesrepublik Deutschland hat im Laufe der Jahre seit 1970 geschwankt (vgl. **Abb.3**). Auffällig ist jedoch, dass die Anzahl der bestandenen Meisterprüfungen seit 1993 abnehmend ist, was ausschließlich an der Anzahl der Personen liegt, die den Modellbauermeister anstreben und nicht an Durchfallquoten, die nämlich sehr gering sind. Diese Abnahme ist nicht durch die Abnahme der Zahl der Auszubilden-

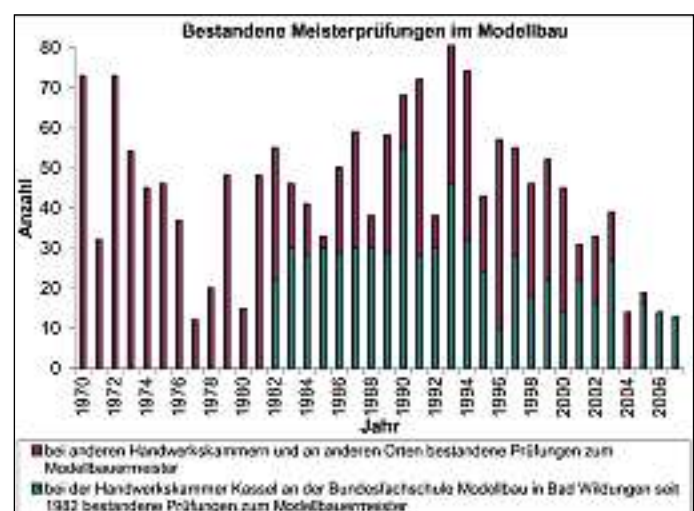


Abb. 3: Zahl der bestandenen Meisterprüfungen zum Modellbauermeister in der Industrie und im Modellbauer-Handwerk in der Bundesrepublik Deutschland (Mit aufgezeigt wird der Anteil, der von der Handwerkskammer Kassel an der Bundesfachschule Modellbau in Bad Wildungen abgenommenen Meisterprüfungen.)

*) Der Beitrag soll dazu anregen, die (ähnliche) Situation in Österreich kritisch zu hinterfragen.

den erklärbar, was schon alleine daraus ersichtlich ist, dass die Zahl der Meisterprüfungen auch bei steigender Auszubildendenzahl nicht gestiegen ist. Im Jahr 2006 legten bundesweit nur noch 14 und im Jahr 2007 nur noch 13 Personen erfolgreich die Prüfung zum Modellbauermeister ab.

Auf der anderen Seite gibt es in Deutschland insgesamt ca. 800 Modellbaubetriebe und etwa 630 Gießereien, die Modellbauermeister für ihre Produktion benötigen. In Europa und der Türkei zusammen gibt es ungefähr 6.100 Gießereien. Man muss dabei noch berücksichtigen, dass in den meisten Gießereien mehrere Modellbauermeister eingesetzt werden. Der Bundesfachschule Modellbau in Bad Wildungen / D sind im ersten Quartal des Jahres 2007 bereits etwa 10 Stellen für Modellbauermeister aus Industrie und Handwerk bekannt gegeben worden. Diese können nicht durch Absolventen der Meisterkurse abgedeckt werden, da alle ausgebildeten Modellbauermeister bereits einen Arbeitsplatz haben. Sicherlich wird es noch weitere offene Stellen bzw. weiteren Bedarf geben, der nicht gedeckt werden kann. Bei der Diskrepanz zwischen den Ausbildungszahlen zum Modellbauermeister und der Anzahl der Betriebe, in denen Modellbauermeister arbeiten, ist der ungedeckte Bedarf kein Wunder.

Die Diskrepanz wird dadurch noch größer, dass der sehr große Bereich der Automobilindustrie, der Automobilzuliefererindustrie sowie der Engineering-Unternehmen, die in diesem Bereich tätig sind, in dieser Betrachtung noch nicht berücksichtigt wurde.

In dieser Branche werden jährlich 16 Milliarden Euro für den Bereich Forschung und Entwicklung aufgewendet. Zu diesem Bereich gehören auch Design, Anschauungs- und Karosseriemodellbau sowie die für die Produktion wichtigen Bereiche Formen-, Vorrichtungs-, Lehren- und Werkzeugbau, in denen Modellbauermeister eingesetzt werden. Diese Zahlen machen deutlich, dass es auch in diesem Bereich einen sehr hohen Bedarf an Modellbauermeistern gibt.

Für die von Modellbauermeistern abzudeckenden Tätigkeiten müssten demzufolge heute mehr Modellbauermeister ausgebildet werden, um nicht morgen in den angesprochenen Branchen des Modellbaus, der Gießereien sowie der Automobil- und Automobilzuliefererindustrie vor einem akuten Mangel an qualifiziertem Personal zu stehen. Dies liegt ausschließlich in der Hand der Unternehmen, die vorhandenes Personal weiterqualifizieren müssten, wobei sowohl Facharbeiter aus der Industrie als auch Gesellen aus dem Handwerk in Frage kommen. Als Vorbereitung für die Meisterprüfung bietet die Bundesfachschule Modellbau in Bad Wildungen/D jedes Jahr einen Vorbereitungslehrgang an, in dem unter anderem die Anwendung der modernen computerunterstützten Technologien gelehrt wird. Außerdem erwerben die Lehrgangsteilnehmer Kenntnisse, die

sie für Tätigkeiten als Kalkulatoren, Fertigungsplaner und Arbeitsvorbereiter qualifizieren.

Als Alternative dazu kann das von der Berufsakademie Nordhessen in Zusammenarbeit mit der Bundesfachschule Modellbau angebotene Studium zum Computational Process Engineer gesehen werden. Dieser duale Studiengang Computational Process Engineering vermittelt einerseits die Grundlagen der Fertigungstechnik, andererseits aber auch die Fähigkeiten zur Entwicklung von Gussteilen und insbesondere zur Planung und Herstellung von Modelleinrichtungen und Formen. In dem Studiengang werden die Studieninhalte der technischen Werkstoffe, der Fertigungsverfahren und -mittel mit den Studieninhalten Informatik, Mathematik, BWL und Englisch verbunden, um den Anforderungen an die digitale Entwicklung und Fertigung von Bauteilen gerecht zu werden. Der Studiengang gliedert sich in Theoriephasen am Studienort und Praxisphasen in dem Unternehmen auf, in dem der jeweilige Student angestellt ist. Die Absolventen des Studienganges Computational Process Engineering können in den Unternehmen in den Bereichen Projektmanagement, Produktentwicklung, Arbeitsvorbereitung, Fertigungsplanung, Datenmanagement, Einkauf, Lieferantenmanagement, Kundenbetreuung, Maschinenplanung, Werkzeugmanagement, Betriebsmittelkonstruktion, Qualitätsmanagement oder als Betriebsingenieur eingesetzt werden. Der nächste Beginn des Studienganges ist Anfang Oktober 2007.

Kontaktadresse:

Als Ansprechpartner für weitere Informationen stehen Frau Tanja Eifler (Tel.: +49 (0)5621 7919-46, E-Mail: teifler@modell-formenbau.net) und Herr Dr. Udo Hennecke (Tel.: +49 (0)5621 7919-24, E-Mail: u.hennecke@modell-formenbau.net) gerne zur Verfügung.

Institut für Modell- u. Formenbau, Bundesfachschule Modellbau D-34537 Bad Wildungen, Giflitzer Straße 3, www.holzfachschule.de



**Auf der GIFA 2007,
VDG-Gemeinschaftsstand in Halle 10,
zeigen Mitarbeiter der Bundesfachschule
Modellbau, Bad Wildungen/D, im Rahmen
des GUSS-COLLEGE „CAD/CAM:
„Moderne Computerunterstützung zur
Planung und Konstruktion von Gussteilen
und Modelleinrichtungen“
und informieren über entsprechende Aus-
Weiterbildungs- und Studienmöglichkeiten.**



**GEORG FISCHER
AUTOMOTIVE**

**MOBILITY – Wir machen
Ihre Fahrt angenehm und sicher**

Georg Fischer GmbH & Co KG
8934 Altenmarkt / Österreich
www.automotive.georgfischer.com



Rückblick auf die 51. Österreichische Gießerei-Tagung 19./20. April 2007 in Steyr/OÖ



Mit mehr als 230 Teilnehmern aus 8 Ländern verzeichneten die Veranstalter eine ausgezeichnete Beteiligung bei der 51. Österreichischen Gießerei-Tagung. Rund ein Viertel der Teilnehmer kamen dabei aus den benachbarten Ländern Deutschland, Schweiz, Ungarn, Slowenien, Kroatien, Tschechien sowie aus Dänemark.

Für zwei Tage trafen sich die in- und ausländischen Gießereifachleute, Teilnehmer aus der Zulieferindustrie, Gussanwender sowie Experten aus Forschung und Wissenschaft und über 40 HTL-Studenten zu einem intensiven Erfahrungsaustausch in Steyr. In 14 Vorträgen wurde über neueste Entwicklungen im Eisen- und Nichteisengussbereich berichtet. Bei den Plenarvorträgen wurde der thematische Schwerpunkt auf die Lebensdauerberechnung und virtuelle Gussteilentwicklung sowie auf die zerstörungsfreie Prüfung gelegt. In eigenen Fachvortragsreihen wurden dann spezielle Themen sowohl für die Eisen- als auch für die Nichteisengießerei angeboten.

Neben den hochwertigen fachlichen Vorträgen trug vor allem auch das Ambiente der Tagungsräumlichkeiten des *Museums Arbeitswelt* zur guten Stimmung und zu einem erfolgreichen Tagungsverlauf mit ungezwungenem Erfahrungsaustausch unter Fachkollegen bei. Nach den Vortragsveranstaltungen hielten der Verein für praktische Gießereiforschung (ÖGI) seine 55. Ordentliche Hauptver-

sammlung und der Verein Österreichischer Gießereifachleute (VÖG) seine Ordentliche Jahreshauptversammlung ab.

Das Programm für Begleitpersonen bot einen Altstadttrundgang in Steyr mit Besuch der Schlossbibliothek und eine Fahrt mit dem Oldtimer-Postbus zur Wallfahrtskirche im nahen Christkindl.

Der erste Tagungstag schloß mit einem Gießereabend, der kulinarisch und gesellschaftsmäßig keine Wünsche offen ließ.

Der zweite Tag der Tagung stand ganz im Zeichen der vier Betriebsbesichtigungen, die von den Tagungsteilnehmern mit großem Interesse wahrgenommen wurden.

Route 1 führte zur voestalpine Gießerei Linz GmbH, einem weltweit führenden Unternehmen in der Herstellung von hochwertigem Stahlguss für den Turbinen-, Kompressoren- und Maschinenbau. Das Unternehmen produziert außerdem Nichteisenmetallguss wie z. B. wartungsfreie Gleitelemente WF 750 und ist auch führender Hersteller von Kompaktschiebern, Standardschiebern und Normschiebern für das Haupteinatzgebiet Automobilindustrie.



Das Museum Arbeitswelt in Steyr war Veranstaltungsort der Tagung. (oben)

VÖG-Vorsitzender KR Ing. Michael Zimmermann heißt die Teilnehmer willkommen und eröffnet die Tagung. (oben rechts)



Blick ins gut besetzte Auditorium im Museum Arbeitswelt. (rechts)





Erfahrungsaustausch unter Fachkollegen ...



... in den Vortragspausen bei wunderschönem Wetter.

Ein Einblick in die Fertigung von Zylinderköpfen und Motorblöcken aus Aluminium für die Fahrzeugindustrie wurde auf Route 2 bei Nemak Linz (Hydro Aluminium Mandl & Berger GmbH) gegeben. Nemak Linz bietet aber auch Entwicklungspartnerschaft von der Produktgestaltung bis zur Serienlieferung an und ist Technologieentwickler und -führer bei Gießprozessen, bei der Wärme-

behandlung und bei der Gussteilbearbeitung.

Route 3 führte zur Fa. Wagner Schmelztechnik GmbH in Enns, einer kleinen aber feinen Kundengießerei, die sich auf anspruchsvolle, handgeformte Grau- und Sphärogussteile bis zu 6 to Stückgewicht spezialisiert hat. Hergestellt werden Gussteile für Kunststoff-, Druck-, Papier- und

Textilmaschinen, für Windkraftanlagen und für die Fördertechnik. Je nach Kundenanforderung können die Teile auch mechanisch bearbeitet, wärmebehandelt oder lackiert werden. Ein großer Stellenwert wird auf die Ausbildung eigener Fachkräfte gelegt, aktuell befinden sich 11 Lehrlinge in der Ausbildung. Ein Faktum, dem in Zukunft immer mehr an Bedeutung zukommen wird.



Der Gießabend im Landgasthof Mayr in St. Ulrich lud zu weiteren Gesprächen ein ...



... und bot neben kulinarischen Schmankerln bei traditioneller Musik

Die virtuelle Welt der Produktentwicklung und Simulation in verschiedensten Bereichen bis hin zur praktischen Prüfung von Bauteilen und ganzen Komponenten konnte auf Route 4 im Engineering Center Steyr GmbH & Co KG (ECS) besichtigt werden.

ECS ist mit über 320 hochqualifizierten Mitarbeitern ein global tätiger „Full-Service“-Engineering Partner für Kunden im automotiven und im nichtautomotiven Bereich, der das gesamte Spektrum der Entwicklung von Motor- und Antriebskomponenten, Nutzfahrzeug-Entwicklung, Berechnungs- und Simulationssoftware bis hin zur Produktion von speziellen Kleinserien im Powertrainbereich abdeckt.

Zudem stehen umfangreiche Test- und Prüfeinrichtungen, wie 16 Motorprüfstände und zwei Antriebsstrangprüffelder, servohydraulische Prüfanlagen sowie ein eigenes weitläufiges Fahrzeug-Off/On-Road-Testgelände zur Verfügung.



... auch eine launige Dichterlesung des ehemaligen Steyr-Managers Hermann Neuhauser im urigen Weinkeller.

Einen Überblick über die referierten Themen geben die folgenden Kurzfassungen:

Plenarvorträge



Lebensdauerberechnung thermomechanisch beanspruchter Aluminiumgussbauteile

Univ. Prof. Dr. Wilfried Eichlseder (V), DI Hubert Köberl, Lehrstuhl für Allgemeinen Maschinenbau, Montanuniversität Leoben, Leoben, A
DI Gerhard Winter, Christian Doppler Labor für Betriebsfestigkeit, Montanuniversität Leoben, Leoben, A

Aufbauend auf den aktuellen Stand der Technik auf dem Gebiet der thermomechanischen Ermüdung (thermo-mechanical fatigue, TMF) werden unterschiedliche Methoden der Lebensdaueranalyse erarbeitet und gegenübergestellt. Als Basis dient dabei jeweils die Materialmodellierung, um das zyklische Verformungsverhalten beschreiben und somit lokale Beanspruchungsgrößen berechnen zu können. Die verwendeten Verfahren der Lebensdauerbestimmung reichen von einfachen Ansätzen basierend auf der Hysteresenenergie bis zu komplexen Schadensratenmodellen wie das Modell nach Neu-Sehitoglu, welche eine Auf-trennung der TMF-Ermüdungsbeanspruchung

in reine Ermüdung, Oxidationsermüdung und Kriechermüdung erlauben.

Zahlreiche LCF- und TMF-Versuche an Aluminiumlegierungen wurden durchgeführt, um die verschiedenen Modelle miteinander vergleichen zu können, aber auch die einzelnen Modellparameter bestimmen zu können. Ein LCF-TMF-Vergleich kann unkorrelierende Gegenüberstellungen zeigen, wenn Abweichungen von der Methodik bei der Aufnahme und Interpretation des gemessenen und realen Verformungsverhaltens herrschen. So ist speziell bei der Aufnahme des TMF-Verformungsverhaltens auf das örtlich und zeitlich instationäre Temperaturfeld zu achten, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Grundle-

gende Untersuchungen des Spannungs-Dehnungs-Verhaltens sowie der vorherrschenden Schädigungsmechanismen unter TMF-Bedingungen sind daher für eine korrekte Lebensdauerabschätzung bei einer thermomechanischen Ermüdungsbeanspruchung erforderlich. Diese Vorgehensweise kann auch klären, inwieweit die Verwendung isothermer Daten gerechtfertigt ist.

Die Beschreibung des elasto-plastischen Verformungsverhaltens des Konstruktionswerkstoffes bildet die Grundlage für die Lebensdauerbewertung komplexer Bauteile. Mittels Finite Elemente Methode und passendem Werkstoffmodell können unter Annahme geeigneter Randbedingungen die lokalen Beanspruchungen (z. B. Spannungen, Dehnungen, usw.) berechnet werden. Das zyklische Verformungsverhalten wird abhängig von Temperatur und Alterungszustand mit dem Abaqus Combined Hardening Modell beschrieben.

Die Ergebnisse der verschiedenen Modelle zur Beschreibung der Lebensdauer werden verglichen und hinsichtlich ihrer praktischen Anwendung diskutiert. So zeigt das Modell nach Neu-Sehitoglu die größte Genauigkeit, das Lebensdauerverhalten an den untersuchten Materialien zu beschreiben. Anhand eines Beispiels eines Zylinderkopfes werden ein Energiekriterium und das Modell nach Neu-Sehitoglu zur Lebensdauerabschätzung angewendet.



Virtuelle Produktentwicklung – Möglichkeiten der Simulation betriebsfestigkeits-relevanter Einflüsse bei Gussstrukturen

DI Markus Kaltenböck (V), DI Helmut Dannbauer, DI Klaus Puchner, MAGNA Powertrain Engineering Center Steyr GmbH & Co KG, St. Valentin, A

Die Forderung nach immer genaueren Simulationsergebnissen, um im Bereich Produktentwicklung die Vorhersagegenauigkeit zu erhöhen und damit kürzere Entwicklungszeiten sowie geringere Entwicklungskosten zu ermöglichen, ist so alt wie die computerunterstützte Simulation selbst. Die Finite Elemente Methode kombiniert mit Mehrkörpersimulation und der numerischen Betriebsfestigkeitsbewertung hat sich in den letzten Jahren als sehr hilfreiches Werkzeug herauskristallisiert, um komplexe Strukturen schon lange vor dem Vorhandensein realer Prototypen bewerten zu können.

Diese Programme werden ständig durch Erweiterungen, Neuentwicklungen und nützliche Zusatzwerkzeuge ergänzt. Um dabei immer auf dem letzten Stand der Technik zu bleiben, bedarf es einer Spezialisierung einzelner Institute bzw. Abteilungen einer Firma bei gleichzeitiger starker Vernetzung dieser Spezialisten

untereinander. Die derzeit zur Verfügung stehenden Möglichkeiten der virtuellen Methoden und Prozesse haben aber noch lange nicht die Spitze erreicht und befinden sich in einem rasanten Verbesserungsprozess. Durch die Leistungsexplosion der Computerhardware können nunmehr numerische Berechnungen sehr exakte bzw. umfassende Ergebnisse liefern. Nichtsdestotrotz kommt es immer wieder zu Abweichungen zwischen den Ergebnissen von Bauteiltests und Simulationsergebnissen. Der Unterschied ist sehr oft darin begründbar, dass die zum Zeitpunkt der Berechnungen verfügbaren Belastungsdaten mangelhaft bzw. lokale Materialeigenschaften bedingt durch den Herstellprozess nicht inkludiert sind. Es ist aber einerseits in den letzten Jahren eine stetig bessere Verknüpfung der Mehrkörpersimulation und der Finiten Elemente Methodik beobachtbar, wodurch sich die Genauigkeit im

Bereich der Lasten erhöht. Andererseits führt die zunehmende Implementierung möglicher Einflüsse auf die Betriebsfestigkeit zu immer genaueren Aussagen, wodurch sich die möglichen Unsicherheiten bzw. Streubreiten der Betriebsfestigkeitsergebnisse verringern.

Themen wie Topologieoptimierung, Rand-schichtmodelle, Umformsimulation gewinnen jedoch im alltäglichen Simulationsprozess nur langsam an Bedeutung. Eine entsprechende Forcierung des Zusammenwirkens der bereits in verschiedenen Abteilungen auf verschiedene Aussagen spezialisierten Simulationen würde die Aussagequalität noch weiter steigern. Der entsprechende wirtschaftliche Nutzen muss jedoch erst in den Köpfen der Entscheidungsträger Fuß fassen. Eine Vielzahl an Vorteilen (wie Risikoverminderung, Prototypenkostenreduktion, systematische Bauteiloptimierung anstatt „Try and Error“ Entwicklung, Herstellprozesssicherungs-vorgaben) steht den Mehrkosten der Entwicklung des Know-hows und somit der konsequenten Anwendung dieser detaillierteren Simulationen gegenüber.

Der Vortrag zeigt anhand einiger Beispiele, welche Einflüsse derzeit Berücksichtigung finden, wie sich diese auf die Ergebnisse auswirken und wie sich zukünftig noch genauere Vorhersagequalität erzielen lässt.



Computertomographie – Möglichkeiten, Erwartungen und Grenzen in der Praxis

DI Georg Geier (V), DI Thomas Pabel, DI Gerhard Schindelbacher, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, A

Der Beitrag ist auf den Seiten 82 bis 86 dieses Heftes wiedergegeben.



Automatische Gussteilprüfung mittels Bildverarbeitung

Dipl.-Ing. Werner Reisner, Profactor Produktionsforschungs GmbH, Steyr, A

Der Beitrag ist auf den Seiten 87 bis 91 dieses Heftes wiedergegeben.

Fachvorträge Eisenguss



Werkstoffsimulation für Gusseisen

Prof. Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek (V), DI Björn Pustal, Giesserei-Institut der RWTH-Aachen; Dr. Bengt Hallstedt, Institut für Werkstoffchemie der RWTH Aachen, Aachen, D

Durch die Zusammenführung des Know-hows von Hochschulpartnern (Giesserei-Institut und Institut für Werkstoffchemie der RWTH-Aachen) und von Industriepartnern (MAGMA und CLAAS GUSS) soll ein praxistaugliches Gesamtmodell zur prozess- und werkstoffabhängigen Gefüge- und Lunkerausbildung erarbeitet werden, um es zur Legierungs-, Bauteil- und Prozessentwicklung für hochlegiertes Gusseisen, z.B. für Auspuffkrümmer, einzusetzen. Dies stellt eine neue, effiziente und kosten-

günstige Entwicklungsmethode dar, um den steigenden Anforderungen (Abgasnormen, höhere Wirkungsgrade, steigender Kostendruck) bei der Entwicklung und Produktion gerecht zu werden.

Dazu ist ein thermodynamisch gekoppeltes Mikroseigerungsmodell an das kommerziell verfügbare Prozesssimulationsmodell MAGMASOFT® anzubinden, um so ein Werkzeug zu schaffen, das in Bezug auf die lokale Gefüge- und Lunkerausbildung, eine virtuelle Werk-

stoff-, Bauteil- und Prozessentwicklung sowohl für die Giessereipraxis als auch zu Forschungszwecken ermöglicht. Zur Modellierung der Gefügeausbildung von hochlegierten Gusseisensorten ist der Stand der Technik nicht ausreichend. Daher wird ein auf physikalischen Transportphänomenen beruhender komplexer Ansatz gewählt, der in Bezug auf die Anzahl der Legierungselemente und die Variationsmöglichkeit der chemischen Zusammensetzung eine Erweiterung gegenüber dem Stand der Technik darstellt.

Der Stand der Technik wird beschrieben, und die heutigen Möglichkeiten zur Berechnung von Phasendiagrammen für verschiedene Gusseisenlegierungen aufgezeigt. In ersten Berechnungen werden die sich während der Erstarrung ändernden Phasenanteile sowie deren Konzentrationen quantitativ bestimmt. Die zu untersuchenden Legierungen und die Gussgefüge werden charakterisiert.



Neu entwickelte Eisengusswerkstoffe mit hohem Substitutionspotential gegenüber Schmiedewerkstoffen

DI Sabine Prukner (V), Dr.sc.techn. ETH Werner Menk, Dr. mont. Leopold Kniewallner, Georg Fischer Fahrzeugtechnik AG, Schaffhausen, CH

Mit den neu entwickelten Werkstoffen auf Basis von Gusseisen mit Kugelgraphit – schafft Georg Fischer ein hohes Substitutionspotenzial für geschmiedete Fahrwerksteile. SiboDur-Bauteile finden ihre Anwendung unter anderem dort,

wo hohe Anforderungen an Festigkeit, Steifigkeit und Verformbarkeit wie zum Beispiel im Crashfall gestellt werden. Nahe an den Eigenschaften des aufwändig herzustellenden Werkstoffs ADI (Austempered Ductile Iron) bieten die ohne Wärmebehandlung hergestellten

höherfesten SiboDur-Werkstoffe eine interessante Alternative. Der Vortrag zeigt Beispiele erfolgreicher Substitutionen sowie Möglichkeiten der Lebensdauersteigerung über partielles Verfestigen. In allen Fällen erfüllen die Gussteile die Festigkeitsanforderungen geschmiedeter Stahlbauteile und bieten dem Kunden damit große Kosteneinsparungen.

Zusammen mit rechnergestützten Konstruktionsverfahren, bionischen Optimierungsverfahren und moderner, prozesssicherer Gießtechnik eröffnet dieser Werkstoff weitere Anwendungsmöglichkeiten für die bereits bestehende Werkstoff-Familie, außer bei Fahrwerkskomponenten auch bei Kurbelwellen, Pleuel und Brems scheiben.



Brems scheiben aus Gusseisen – werkstofftechnische Besonderheiten

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

Brems scheiben für PKW und NKW werden fast ausschließlich aus Gusseisen mit Lamellengraphit (GJL) gefertigt. Der Grund dafür sind nicht nur die niedrigen Werkstoffkosten, sondern vor allem die günstige Kombination verschiedener mechanischer, thermo-physikalischer und technologischer Eigenschaften. Hervorzuheben sind hierbei die durch die Graphitform begünstigte hohe Wärmeleitfähigkeit, mechanische Bearbeitbarkeit und hohe Dämp-

fungsfähigkeit von mechanischen Schwingungen. Ebenfalls durch die Graphitform (A-Graphit) bedingt sind die guten tribologischen Eigenschaften des Systems Reibring-Bremsbelag. Allerdings verhalten sich bestimmte Eigenschaften auch widersprüchlich zueinander. So wird von der Brems scheibe bis hin zu höheren Temperaturen eine bestimmte Festigkeit erwartet, die zum einen über einen geringeren C- und Si-Gehalt (CE-Wert) und zum ande-

ren über das Legieren mit perlitstabilisierenden Elementen eingestellt wird. Beide Maßnahmen reduzieren allerdings wiederum die Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes GJL. Letztlich entscheidet über die Belastbarkeit einer Brems scheibe auch die Temperaturwechselbeständigkeit, die wiederum aus dem Zusammenspiel von Zug-/Druckfestigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Gefügestabilität und Oxidationsbeständigkeit resultiert. Welche Eigenschaftskombination die günstigste ist, hängt letztendlich auch vom jeweiligen tribologischen System (Reibring, Bremsbelag, Scheibengeometrie, Bremsbedingungen) ab. In den letzten Jahren verstärkt sich, zumindest im PKW-Bereich, die Tendenz hin zu unlegiertem GJL mit einer naheutektischen Zusammensetzung – nicht nur aus Kostengründen. Auch die im Vortrag dargestellten Problemfälle zeigen, dass die Graphitausbildung einen maßgeblichen Einfluss auf das Verhalten der Brems-

scheibe hat. Bei starken Abweichungen vom erwünschten A-Graphit, verbunden mit einer geringeren Graphitlamellenlänge, kann es zu einem schlechteren tribologischen Verhalten und zu einer erhöhten Wärmebelastung der Bremsscheibe kommen. Gerade die Einstellung einer homogenen Graphitanordnung und -größenverteilung ist die maßgebliche Anforderung an die herstellende Gießerei. Es gibt aber auch genug Fälle, in denen bei anforderungsgerechtem Gefüge (Graphitausbildung) eine erhöhte thermische Belastung der Bremsscheibe und das Auftreten von starken Hitzeissen zu verzeichnen waren. Die Ursachen für diese Schädigungen können in einer zu starken Betriebsbelastung und beim Bremsbelag liegen.

Leider liegen Informationen dazu in der Regel nicht vor.

Ein bisher unzureichend geklärtes Phänomen ist die zeitweise schlechte mechanische Bearbeitbarkeit von Bremsscheiben aus GJL. Als Ursache dafür werden Eigenspannungen diskutiert, ohne dass dafür bisher ein klarer Zusammenhang nachgewiesen werden konnte.



Gibt es die emissions- und schwefelfreien No-Bake Harzsysteme?

Mag. Günter Eder (V), DI Dr. Angelos Ch. Psimenos, Wolfgang Scheitz, Furtenbach GmbH, Wiener Neustadt, A

Im Zeitraum von März 2005 bis März 2006 führte die Fa. Furtenbach GmbH in Zusammenarbeit mit dem Institut für Chemische Technologie Organischer Stoffe der TU in Graz, ein Entwicklungsprojekt durch. Ziel war es, neue hochqualitative und umweltfreundliche No-Bake Harze, die formaldehyd-, phenol- und stickstofffrei sind und sowohl für den Eisen-, Stahl- als auch für den Aluminium- und Buntmetallguss geeignet sind, zu entwickeln.

Bei diesen Systemen soll die Härtung der Formstoffmischung nicht wie bei konventionellen No-Bake Harzsystemen erfolgen, d. h. sofort nach dem Mischen des Sandes mit dem Harz und dem Härter, sondern mit exponentieller Aushärtecharakteristik, die eine längere Verarbeitungszeit der Formstoffmischung ohne Beeinflussung der Kerneigenschaften erlaubt.

Die Qualitätsmerkmale der neuen Harzsysteme sind:

- Hohe Festigkeit der damit hergestellten Kerne und Formen.
- „Exponentielle“ Härtungscharakteristik und somit lange Verarbeitungszeit der Sand-Harz-Mischung.
- Extreme Reduzierung der Emissionen betreffend freies Phenol und Formaldehyd, Schwefel, BTX und der Geruchsbelastung.
- Stickstofffreiheit und somit Eignung für den Eisen- und Stahlguss.
- Hohe Thermostabilität beim Eisen-, Stahl- und Buntmetallguss bzw. guter Kernzerfall beim Aluminiumguss.
- Möglichst reduzierte Gasentwicklung beim Abgießen.

Die neuen Härter erfüllen folgende Anforderungen:

- Schwefelfrei, mit einer Säurekomponente, die aus starken aliphatischen oder aromatischen organischen Säuren, wie z. B. Milchsäure, Oxalsäure, Maleinsäure, Benzolsäure, Xylolsäure oder Gemisch Benzol-/Xylolsäure, bestehen.
- Schwefelarm, mit einer Säurekomponente, die aus einer Mischung von starken aliphatischen Säuren, Paratoluolsulfonsäure und geringer Menge H_2SO_4 besteht.
- Schwefelarm, mit einer Säurekomponente, die aus einer Mischung von starken aliphatischen Säuren, Paratoluolsulfonsäure, geringer Menge H_2SO_4 und einem „Kaltvernetzer“ besteht.
- Alle Härter sollen von der Stärke her, den Ansprüchen des No-Bake Verfahrens entsprechen.

Diese vorgegebenen Ziele wurden erreicht. Die Ergebnisse über die neuen Produkte (Versuchsergebnisse, Auswertungen, etc.) wurden im Rahmen des Vortrages präsentiert.



Gießereitechnologie und -prozesse im Netzwerk Lieferanten-Forschung-Kunden-Endbenutzer, am Beispiel von schwerem Stahlguss

DI Helmut Schwarz (V), DI Reinhold Hanus, DI Alfred Buberl, voestalpine Giesserei Linz GmbH, Linz, und Ing. Franz Kolenz, voestalpine Giesserei Traisen GmbH, Traisen, A

Globalisierung, Versorgungskette, Kunden-Lieferanten-Beziehung, Kompetenz-Zentren sind einige der neuen Schlagwörter im Geschäftsleben. Dieser Vortrag versucht, die Stellung einer Gießerei für schweren Stahlguss innerhalb der Netzwerke von Handel, Technologie und Forschung zu zeigen.

Einige Beispiele sollen verdeutlichen, wie diese Netzwerke funktionieren, welche Rolle die Gießerei darin spielt und wo der Nutzen liegt. Prozess-Verbesserung und Entwicklung, Design-Optimierung, Computer- und Informationstechnologie, Werkstoffentwicklung, Normung und Herstellungsprozesse sind nicht

mehr Themen, die nur innerhalb der Gießerei zu behandeln sind. Alle Handlungen sind mit Partnern wie Lieferanten, Kunden, Fach-Instituten, Universitäten und Partnergießereien vernetzt.

Eine Stahlgießerei muss die Wertschöpfungskette ausbauen und sich von einem metallurgischen Herstellungsbetrieb zu einem Kompetenzzentrum für Prozesse und Vertrieb in der Versorgungskette entwickeln. Beginnend beim Design, über Gießereitechnologie und weiter zu Gusskomponentenherstellung, Fertigbearbeitung und Zusammenbau, Funktionstest, sowie Monitoring von Gussteilen im Einsatz am Ende dieser Kette, dies alles mit dem Know-how der Spezialisten der Gießerei.

Fachvorträge Nichteisenmetallguss



Ein Zukunftskonzept für höchstbelastete Druckguss-Aluminium-Motorblöcke

Dr.-Ing. Stephan Beer (V), DI Jörg Batz, Horst Denndorfer, DI Jörg Völler, KS Aluminium-Technologie AG, Neckarsulm, D

Der Beitrag ist auf den Seiten 97 bis 102 dieses Heftes wiedergegeben.



Beiträge der Gießerei zur Erfüllung steigender Anforderungen an den Zylinderkopf

Dr.-Ing. Peter Stika (V), Dr.-Ing. Rolf Gosch, DI Bernhard Stauder, Hydro Aluminium Mandl & Berger GmbH, Linz, A

Die Diskussion über die Notwendigkeit von verstärkten Anstrengungen zum Klimaschutz und die Erfordernis zur Einhaltung der Abgasnormen Euro 4 und 5 für CO, NOx und HC ist uns allen hinlänglich bekannt.

Ausgehend von einer kurzen Betrachtung der sich aus der Umsetzung der steigenden gesetzlichen Anforderungen ergebenden Schwerpunkte der Motorenweiterentwicklung für die nächsten Jahre, werden die daraus resultierenden Veränderungen der Lastenheftanforderungen an den Zylinderkopf analysiert.

Steigende thermische und mechanische Belastungen im Motorbetrieb führen zu immer komplexeren Geometrien im Wassermantelbereich, da die Kühlmittelströmungen möglichst optimal an die heißen Bereiche im Brennraum geleitet werden müssen. Weiterhin steigen die Anforderungen an die Prozess-

fähigkeit der Brennraumtiefe bei Otto-Motoren und der Kanallagen für Otto- und Diesel-Zylinderköpfe stark an.

Zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, besonders im hochbelasteten Brennraumbereich, ist eine möglichst feine Ausbildung des Mikrogefüges erforderlich.

Die Einstellung niedriger Zugeigenspannungen im Bodenplatten- und Zwischendeckbereich muss durch die Auswahl der Wärmebehandlungsparameter gewährleistet werden.

Ein besonders starker Anstieg der Anforderungen an die Maßhaltigkeit der Zylinderköpfe ist mit der Entwicklung von direkt-einspritzenden Otto-Motoren erkennbar. Für die Brennraumtiefe ergibt sich eine Reduktion der im Lastenheft geforderten Maßtoleranz um 40 %, die steigenden Anforderungen an die Einlasskanalposition führen zu einer um 20 % reduzierten Lagetoleranz.

Ausgehend von diesen Anforderungen wird der Beitrag der einzelnen Prozessschritte von der Erstellung des Gusstückdesigns über das Werkzeugdesign, die Werkzeugfertigung, die Gießereiprozesse und die Rohteilbearbeitung zur Erfüllung der steigenden Anforderungen an die Maßhaltigkeit, Ausbildung des Mikrogefüges sowie die Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften und der Eigenspannung im Zylinderkopf diskutiert.

An Beispielen aus der Fertigung wird der derzeitige Stand der Produkt- und Prozessentwicklung bei HAL Mandl&Berger GmbH für hochbelastete Zylinderköpfe vorgestellt. Mit einem neuen Brennraumkonzept können sehr geringe Brennraumtiefentoleranzen eingehalten werden und in Kombination mit dem Rotacastverfahren Dendritenarmabstandswerte im Ventilsteg von etwa 15 µm eingestellt werden. Eine starke Reduzierung der Eigenspannungen im Bodenplatten- und Zwischendeckbereich ist durch die Anwendung der T6-Wärmebehandlung mit Luftabschreckung möglich. Durch Optimierung der Wärmebehandlungsparameter können bei der Legierung G-AlSi7MgCu0,5 mit einer T6 air Wärmebehandlung Werte für die mechanischen Eigenschaften erzielt werden, die nur ca. 15 % unterhalb der mit T6 wasser erreichten Werte liegen.



Vollständig wasserlösliche Kerne – Entwicklung, Potenzial und Anwendungen

DI Horst W. Rockenschaub (V), Ing. Reinhold Gschwandtner, DI Thomas Pabel, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, A; DI Gudrun W. Schiller, Dr.-Ing. Peter Stingl, Dipl.-Betriebswirt Roland Werner, DI Dieter Käfer, DI Gisbert Schulze, CeramTec AG, Lauf, D

Der Einsatz und die Entwicklung von wasserlöslichen Bindern in Leichtmetallgießereien haben in den letzten Jahren signifikant zugenommen. Die Anforderungen an moderne Kerne wie leichter Kernzerfall, geringe Emissionen, geringste Gasentwicklung bei notwendiger Festigkeit und bester Oberfläche lassen sich vielfach nur suboptimal umsetzen. Bei sehr ho-

hen Stückzahlen muss zugleich die Gesamtwirtschaftlichkeit Vorrang haben.

Diese Anforderungen führten zu einer grundsätzlich neuen Entwicklung mit vollständig wasserlöslichen Kernen aus einem hochinnovativen Formstoff und Herstellungsverfahren, die im Aluminium-Kokillenguss und Niederdruck-Kokillenguss eingesetzt werden und das ge-

samte Anforderungsprofil erfüllen. Zusätzlich können neben dem Entfall der Entkernung weitere Vorteile hinsichtlich der Lenkung der Erstarrung, insbesondere bei nachfolgender Wärmebehandlung, erzielt werden. Da keine anhaftenden Formstoffrückstände mehr auftreten, kann auf aufwendige Inspektion und Nachbehandlung weitestgehend verzichtet werden.

Es werden die physikalischen und thermophysikalischen sowie die gießtechnischen Eigenschaften des wasserlöslichen Kernes vorgestellt und mit herkömmlichen Kernherstellungsverfahren wie Cold-Box- und Croning-Verfahren verglichen. Die resultierenden Gussteileigenschaften aus verschiedenen Vorserien und Anwendungen werden präsentiert und die Systemkosten beleuchtet.



Einfluss der Werkstoffauswahl und Wärmebehandlung von Warmarbeitsstählen auf die Standzeit von Druckgießformen

DI Dr. mont. Ingo Siller (V), Ing. Herbert Schweiger, Böhler Edelstahl GmbH & Co KG, Kapfenberg, A

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit unterliegen Werkzeugwerkstoffe für Druckgießformen durch stetig steigende Gießgeschwindigkeiten, erhöhte Gießdrücke und aufgrund der komplexen Geometrien immer höheren Belastungskollektiven. Bevorzugt ist die Einsatzdauer einer

Druckgussform einerseits durch das Auftreten eines frühzeitigen Formbruches oder einen zu hohen Nachbearbeitungsaufwand der Druckgussteile aufgrund von Brandrissen bestimmt.

Wann es zum Auftreten solcher Schädigungsphänomene kommt, ist unter anderem durch

die Qualität des Werkzeugwerkstoffes bestimmt. Warmarbeitsstähle, die über einen hohen Widerstand gegenüber dem Auftreten von Temperaturwechselrissen und Spannungsrissen, aber auch gegenüber Erosion und völligen Formbrüchen (gross cracking) verfügen, müssen eine homogene Mikrostruktur, einen hohen Reinheitsgrad und konsequenterweise ausgezeichnete mechanische Eigenschaften aufweisen.

Erreicht werden können diese hohen Anforderungen nur durch eine hinreichende Wärmebehandlung, die besonders bei großen Formabmessungen eine wesentliche Rolle spielt.



Niederdruck-Technologie: Von eins auf sechzehn

DI Jürgen Löffler (V), Ing. HTL Horst Tassotti (V), GIMA GmbH, Göppingen, D

Horst Tassotti

Ein großer Vorteil von H.Tassotti ND-Guss, im Gegensatz zum normalen Druckguss, ist, dass man Gussstücke mit Sandkernen herstellen kann – und dies mit niedrigen Taktzeiten. Da der Füllvorgang bei den GIMA-Gießmaschinen über mehrere variable Druckstufen abläuft, können dabei sehr komplizierte und dünnwandige Sandkerne eingesetzt werden, was wiederum für die Herstellung von hochwertigen Gussstücken ein Vorteil ist.

So wie die Komplexität der Werkzeuge von Einfach- zu Mehrfachformen zunimmt, werden parallel die Bedienung der Maschinen vereinfacht und die Prozesssicherheit erhöht, sodass die Anzahl der von einem Werker zu bedienenden Maschine von 1 zunächst auf 2 und so weiter bis heute 8 Maschinen pro Werker zunimmt. Der letzte Schritt wird in naher Zukunft die 16-fache Maschinenbedienung bzw. vollautomatische Gießerei mit intelligenten Gießsteuerungen sein.

Der Titel des Vortrages von 1 bis 16 steht für zwei Aspekte und sollte für die ND-Gießtechnologie der Zukunft wegbereitend sein.

1. die Mehrfachmaschinenbedienung und vollautomatische Gießerei und 2. die Mehrfachformen, um wirtschaftlicher bei bester Qualität gegenüber den anderen Gießverfahren zu sein. Unterstützt wird diese Technologie-Entwicklung auch von einer ausgereiften Gieß- und Kühlsteuerung, in Gießerkreisen bekannt unter dem Begriff BAC-Steuerung. Diese Steuerung macht es möglich, den Füllprozess auf das genau berechnete Verhältnis von Druck und Zeit abzustimmen, unabhängig vom Ofentyp, Füllzustand des Ofens bzw. etwaiger auftretender Leckverluste. Die eingestellten Druckwerte werden mit +/- 1 mbar Toleranz in der jeweiligen vorgegebenen Zeit erreicht. Der ganze Füllprozess ist am Bildschirm bei jedem Gießprozess verfolgbar, die gefahrenen Werte, inklusive Änderungen von Gieß- und Kühlparametern, werden auch über Datenspeicher je Zyklus aufgezeichnet und können zur Dokumentation auf jedem PC mittels Diskette, Flash Card oder online, eingebunden in das Firmennetzwerk des Kunden, überspielt werden.

Um die kurzen Taktzeiten bei Mehrfachgravuren zu erreichen und sie auch prozesssicher zu machen, braucht es auch eine ausgeklügelte Kühlsteuerung. Dabei wird sowohl über Zeit wie auch über Formtemperatur der Prozess der gerichteten Erstarrung gesichert. Die Kühlmedien hierfür sind Luft oder Wasser oder Luft/Wasser-Mix, so genannte Tröpfchenkühlung. Die Anzahl der Kühlungen ist variabel und hat standardmäßig 10 Luft- bzw. Wasserkühlstränge. Mit der Kombination Luft/Wasser lassen sich auch sehr hohe Qualitätsstandards bezüglich Lunkerverhalten während des Abkühlungsprozesses erreichen. Über Erstarrungssimulationen können Kühlkanäle im Werkzeug schon bei der Konstruktion des Werkzeuges vorbestimmt werden.

Was bringt die Zukunft für den ND-Maschinenhersteller GIMA?

Da in Zeiten steigender Energiepreise auch der Faktor Stromverbrauch eine große Rolle spielt, ist der ND-Guss eine sehr interessante Variante zum Schwerkraft-Guss. Der Ofen ist ein geschlossenes Gefäß und bei Herdöfen wird das Bad über eine sehr ökonomische Deckenheizung mittels Heizstäbe, gesteuert über einen Thyristor, betrieben. Der aktuelle Stromverbrauch bei einem 800kg-Herdofen mit 700°C Gießtemperatur beträgt zwischen 8 und 12 kWh. Rechnet man mit einem durchschnittlichen Durchsatz von ca. 160 kg Guss pro Stunde, so ergibt dies einen Stromverbrauch durch Warmhalten von ca. 0,08 kWh/kg. Dazu kommt noch der Energieverbrauch der Hydraulik mit etwa derselben Menge. So ist der Gesamtverbrauch pro kg Guss je Stunde ca. 0,18 kWh. Bei Tiegelöfen liegt der Verbrauch um ca. 10 % höher, da der Tiegel mit zunehmender Einsatzzeit durch das Ausbrennen des Graphits mehr Energie verbraucht. Zum Vergleich kostet das Warmhalten bei Kokillen-Schwerkraftguss zwischen 0,25 und 0,50 kWh pro kg Guss.

Somit wird in Zukunft die Herstellung von hochwertigen Aluminium-Gussstücken (z.B. Sicherheitsbauteile für Autos, Bahn und Luftfahrt) sicherlich vermehrt auch aus Gründen der Energiekosteneinsparung über das ND-Gussverfahren abgedeckt werden.

Außerdem werden mehr und mehr auch noch andere Metalle wie Messing, Magnesium und Zink im Niederdruckverfahren vergossen. Seriöse Marktforschungen dazu bestätigen diesen Trend.

Wir stellen unsere Kompetenzen und Erfahrungen nationalen und internationalen Gießereien als Systemanbieter erfolgreich zur Verfügung. Dabei profitieren unsere Kunden vom gezielten Know-how-Transfer.

Neben der Maschinenauslegung und anwendungstechnischen Beratung übernehmen wir auch die Werkzeug- und Kokillenkonstruktion sowie den Werkzeug- und Kokillenbau. Dabei treten wir als turn-key-Anbieter auf und übernehmen die komplette Projektsteuerung und Projektverantwortung bis zum erfolgreichen Abschluss der Nullserienproduktion.



**Redaktionsschluss für
Ausgabe Nr.7/8 zum Thema
„Gießerei-Anlagen“
ist der 10. August 2007.**

MAFO
SYSTEMTECHNIK

**VIelfalt
IN
METALL**

Wir sind ein Unternehmen mit über 40-jähriger Erfahrung in den Bereichen Grau- und Späroguss so wie Aluminiumsandguss. Gegossen werden Einzelteile und Kleinserien bis zu einem Stückgewicht von 550kg.

Die mechanische Weiterbearbeitung des Rohgusses liegt ebenfalls in unserer Hand.

Zur Unterstützung unseres Gießereileiters suchen wir eine(n)

Gießereimeister/-techniker m/w

Zu Ihren wesentlichen Aufgaben gehört die Unterstützung des Gießereileiters in der Produktionsplanung, der Personalplanung sowie der Überwachung und Optimierung der Prozesse in der Gießerei.

Sie besitzen eine Ausbildung als Meister oder Techniker und können idealerweise schon erste Erfahrungen in der Arbeitsvorbereitung vorweisen. Durchsetzungsvermögen und Energie aber auch Kooperationsbereitschaft und Teamfähigkeit sind wichtige Voraussetzungen.

Wenn Sie interessiert sind, in einem aufstrebenden Unternehmen zu arbeiten, dann richten Sie Ihre aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen mit Gehaltsvorstellung an:

MAFO Systemtechnik GmbH & Co. KG
• Industriestraße 1 • 83317 Teisendorf

Veranstaltungskalender

Weiterbildung – Seminare – Tagungen – Kongresse – Messen

Der Verein Deutscher Gießereifachleute (VDG) bietet im 2. Halbjahr 2007 folgende Weiterbildungsmöglichkeiten an:

Datum: Ort: Thema:

2007

21./23.06.	Bad Kissingen	Erfolgreiches Führen (WS)
06./07.07.	Stuttgart	Schmelzen von Aluminium (QL)

Das weitere Programm befindet sich in Ausarbeitung und lag bei Redaktionsschluss noch nicht vor.

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, Internet: www.vdgweiterbildung.com
Leiter der VDG-Weiterbildung: Dipl.-Ing. Marc Sander, Tel.: +49 (0)211 6871 363,
E-Mail: marc.sander@vdg.de
Seminare u. Lehrgänge: Frau A. Kirsch, Tel.: 362, E-Mail: andrea.kirsch@vdg.de
Qualifizierungslehrgänge: Frau C. Knöpken, Tel.: 335/336, E-Mail: corinna.knoepken@vdg.de

DGM-Fortbildungsseminare u. –praktika der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e.V. (www.dgm.de)

2007

25./27.06.	Maria Laach (D)	Computerunterstützte Thermodynamik
27./29.06.	Maria Laach	Simulation of Phase Transformation
04./05.07.	Karlsruhe	Systematische Werkstoffauswahl
19./21.09.	Bremen	41. Metallographie-Tagung mit Ausstellung (www.dgm.de/metallographie)
19./21.09.	Freiburg	Bruchmechanik: Grundlagen, Prüfmethode, Anwendungsbeispiele
25./28.09.	Darmstadt	Einführung in die Metallkunde für Ingenieure und Techniker
17./19.10.	Saarbrücken	Exakte Zielpräparation und 3D-Werkstoffanalyse für die Praxis
13./15.11.	Jülich	Hochtemperaturkorrosion
29./30.11.	Neu-Ulm	25.Tagung „Werkstoffprüfung 2007“ – Konstruktion, Qualitätssicherung und Schadensanalyse

Nähere Informationen: DGM Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V., D – 60325 Frankfurt a.M., Senckenberganlage 10,
www.dgm.de, www.materialclub.com.

Weitere Veranstaltungen:

2007

11./14.06.	Düsseldorf	Emc 2007 European Metallurgical Conference (www.emc.gdmb.de)
12./16.06.	Düsseldorf	GIFA (www.gifa.de) – METEC (www.metec.de) – THERMPROCESS (www.themprocess.de) – NEWCAST (www.newcast-online.de) und WFO TECHNICAL FORUM 2007
26./28.06.	Salzburg	euroLITE – 1.Int. Fachmesse f. Leichtbaukonstruktion (www.hundkmesse.de)
27./28.06.	Linz a.d.D.	Korrosionsschutz von metallischen Oberflächen d. Beschichtungen (www.otti.de)
28./29.06.	Jena	Seminar Optische 3D-Meßtechnik für die Qualitätssicherung in der Produktion (www.vision.fraunhofer.de/de/0/events/84.html)
03./04.07.	Stuttgart	Werkstoffsymposium Fahrzeugtechnik – Technologien u. Bauweisen (www.handelsblatt.com/veranstaltungen)
05./07.07.	Shanghai	Nonferrous & Special Casting 2007 (www.foundry-exhibition.com)
23./25.07.	Sheffield (UK)	5th Decennial Int. Conf. on Solidification Processing (www.shef.ac.uk/materials/sp07)
23./25.08.	Alpbach	Europäisches Forum – Technologiegespräche (www.alpbach.org)
10./13.09.	Nürnberg	Euromat 2007 (www.euromat2007.fems.org) mit Ausstellung „Materials Science a. Engineering“ (www.mse-expo.com) u. Symposium “Solidification processes, microstructures and defects”
12./14.09.	Portoroz	47. Slowenische Gießereitagung
12./14.09.	Graz u. Seggau	STEELSIM 2007 (www.asmet.at/steelsim2007)
26./28.09.	Kielce / PL	13. Metal u. 6. NonFerMet (www.targikielce.pl)
26./28.09.	Moskau	Alumico 2007 – Aluminium Russia (Info: kam@mvk.ru)
09./11.10.	Stuttgart	parts2clean – Leitmesse f. industrielle Teilereinigung (www.parts2clean.de)
09./11.10.	Karlsruhe	Int. Zuliefermesse INTERPART mit Oberflächentechnik SURFACTS (www.surfacts.de)
14./16.10.	Miskolc (Hu)	19th Hungarian Foundry Days (mit MEGI-Students Meeting)
18./19.10.	Lohr (D)	Süddeutscher Gießereitag
18./20.10.	Modena (I)	Alumotive (Info: Roberta.bordiga@edimet.com)
18./20.10.	Kiew	Metall-Forum Ukraine 2007 (www.metall-forum.org)
23./26.10.	Stuttgart	LASYS Int. Fachmesse f. Systemlösungen i.d. Lasermaterialbearbeitung (www.lasys-messe.de) und „Stuttgarter Lasertage“ SLT

2008

Februar	Chennai (IN)	68th WFC World Foundry Congress
22./24.02.	Mumbai	(IN) Aluminium India 2008 (www.aluminium-india.com)
26./28.02.	Leipzig	Z 2008 INTEC

09./11.04.	Aachen	Friction, Wear and Wear Protection (www.dgm.de/friction_wear2008)
09./12.04.	Brescia (I)	Metev & Foundeq 2008
21./25.04.	Hannover	Hannover Messe Industrie
13./16.05.	Brno (CZ)	FOND-EX 2008 mit WELDING, PLASTEX u. FINTECH
17./20.05.	Atlanta (USA)	112 th Metalcasting Congress and CastExpo '08
20./23.05.	Hamburg	Wind Energy International Trade Fair
03./05.06.	Stuttgart	Neue Messe für Oberflächentechnik
14./18.07.	Lausanne (CH)	Junior Euromat 2008
10./04.09.	Nürnberg	MSE 2008 – Materials Science and Engineering (www.mse-congress.com)
22./26.09.	Aachen	ICAA 11 – Int. Conference on Aluminium Alloys (www.dgm.de/icaa11)
2009		
05./11.04.	Las Vegas (USA)	113 th Metalcasting Congress
01.06.	Brno (CZ)	WFO Technical Forum 2009 "History and Future of Castings"
02./03.06.	Brno	46 th Czech Foundry Days with WFO-General Assembly and MEGI-Meeting
14./15.05.	Berlin	Deutscher Gießereitag
2010		
?	Shanghai	69th WFC World Foundry Congress (www.foundrynations.com und www.wfc2010.com)
03./07.05	Schaumburg (USA)	114 th Metalcasting Congress

Aus den Betrieben

Trucknology Supplier 2006 Award von MAN-Nutzfahrzeuge AG an die Buderus Guss Komponenten GmbH vergeben

Seit etwa 50 Jahren beschäftigen sich die Buderus Guss Komponenten GmbH in Hall i.T. mit der Produktion von hochwertigem Fahrzeugguss aus Gusseisen mit Kugelgraphit. Langjährige Erfahrung und die gute Beziehung zum Kunden gehören zu den wichtigen Zielen des Unternehmens. Als Ergebnis der langen erfolgreichen Zusammenarbeit mit der MAN-Nutzfahrzeuge AG wurde die GKG am 10. Mai dieses Jahres in München mit dem Award Trucknology Supplier 2006 ausgezeichnet.

Zuverlässig – Innovativ – Dynamisch – Offen waren die Kriterien, nach welchen MAN aus einem Feld von mehr als 800 Lieferanten die 10 besten auswählte und im Rahmen eines festlichen Veranstaltungstages mit einer Preisverleihung ehrte.

Die MAN-Nutzfahrzeuggruppe ist einer der führenden Nutzfahrzeughersteller in Europa. Es werden jährlich ca. 90.000 Einheiten Lastkraftwagen von 6 bis 50 t für jeden Einsatzzweck produziert. Dazu noch Omnibusse für Linie und Reise. Mit ca. 36.000 Mitarbeitern wurde 2006 ein Umsatz von ca. € 8,7 Mrd. erzielt. (2005: ca. 33.400 MA, € 7,4 Mrd).

Die Preise wurden persönlich von Herrn Doktor Karl-Viktor Schaller, Mitglied des MAN-Vorstandes, gemeinsam mit Frau Martina Buchhauser, Leitung Zentralbereich Einkauf, im Rahmen eines Festaktes an den GKG-Geschäftsführer Dipl.-Ing. Horst Herbst und den Leiter Marketing Hermann Zeilinger überreicht.

Die Veranstaltung wurde mit Vorträgen von Dr. Karl-Viktor Schaller und Frau Martina Buchhauser eingeleitet, in welchen auf die Wichtigkeit der Zusammenarbeit mit den besten Zulieferpartnern hingewiesen wurde. Angesichts der Erwartungen eines weiterhin



sehr starken Mengenwachstums muss MAN sich auf zuverlässigste Partner verlassen können, so Herr Dr. Schaller. MAN geht von einer Progression aus, wobei zumindest bis 2010 mit dem Anhalten des hohen Konjunkturniveaus gerechnet wird. Im Jahr 2007 sind aktuelle Auftragssteigerungen bei den Nutzfahrzeugen zu verzeichnen. MAN-Nutzfahrzeuge wird seine Produktpalette den Bedürfnissen dieser Märkte anpassen, aber insbesondere im Zentraleuropäischen Raum nach

wie vor Premium-Fahrzeuge mit höchster Wirtschaftlichkeit, bester Umweltverträglichkeit und neuesten Technologien anbieten.

Die Buderus Guss Komponenten GmbH hat den Trucknology Award 2006 als Auszeichnung erhalten, weil eine langjährige Zuverlässigkeit der Produkte und Leistungen, innovative partnerschaftliche Zusammenarbeit in der Guss-Komponenten Entwicklung, schnelle Umsetzung der Konzepte der Systemteillieferungen, hervorragendes Preis- und Kostenmanagement und Offenheit für neue Konzepte in Richtung erweiterte Systemteillieferungen und teilmontierte Einheiten zum Erfolg der MAN Nutzfahrzeuge beitragen – und weil dies auch in Zukunft von Guss Komponenten erwartet wird. Etwa 250.000 Fahrzeuge wurden in den letzten Jahren mit Fahrwerksteilen aus Hall i.T. bestückt, wobei bisher kein einziger Ausfall im täglichen Einsatz zu verzeichnen ist.

Selbstverständlich ist diese Auszeichnung eine Verpflichtung, der man sich auch in Zukunft gerne am Standort in Hall stellen wird. Andererseits, so wurde von den Vortragenden einhellig betont, ist die Auswahl zum Premium-Supplier auch mit höchsten Erwartungen verbunden. Die Einbindung in Entwicklungsprojekte in der frühen Phase und die Mitgestaltung der Bauteile gehören hier unabdingbar zum Leistungsspektrum des Lieferanten.

Nur mit ausgezeichneten Mitarbeitern, Partner-Unternehmen und Lieferanten des Unternehmens Guss Komponenten ist es möglich, diese gute Performance den Kunden und Partnern zur Verfügung zu stellen.

Kontaktadresse:

Buderus Guss Komponenten GmbH, A-6060 Hall in Tirol, Innsbruckerstraße 51
Tel.: +43 (0)5223 503 0, Fax: +43 (0)5223 43618,
E-Mail: office@gk-tirol.at, www.guss.buderus.de

Großinvestition bei voestalpine Giesserei Traisen GmbH

Die voestalpine Giesserei in Traisen, Niederösterreich, beliefert weltweit Kunden mit qualitativ hochwertigen Stahl- und Sphärogussstücken, wobei ein erheblicher Anteil bereits fertigbearbeitet oder als Komponente das Werk in Traisen verlässt. Mit 10.000 t/a geliefertem Guss hat die Giesserei in Traisen ihre Kapazitätsgrenzen erreicht, eine Steigerung der Tonnage ohne Erweiterung der bestehenden Produktionsanlagen und Schaffung von zusätzlichen Produktionsflächen ist praktisch nicht mehr möglich.

Um dem steigenden Bedarf der Kunden gerecht zu werden, wurde das Projekt „Traisen 2015“ ins Leben gerufen. Dabei handelt es sich um ein zweistufiges Investitionsprojekt zur Schaffung einer zusätzlichen Jahreskapazität von 2.500 Tonnen Stahlguss. Es ist vor allem das hohe Marktpotential an Gussstücken für die Verwendung in der Energieerzeugung, und der damit verbundenen Einführung neuer Werkstoffe, welche diese Großinvestition rechtfertigen.

In einer ersten Ausbauphase, welche bereits durch den Aufsichtsrat mit einem Volumen von 3,5 Mio. € genehmigt ist, wird eine Halle für die Formerei und Giesserei mit 2000 m² Produktionsfläche und einem angeschlossenen Lagerbereich von 400 m² errichtet. Die Halle wird mit einem Kran in Windwerkstechnologie mit einer Tragfähigkeit von 100 t ausgerüstet und beinhaltet, neben einem stationären Sandmischer für furanharzgebundene Formsande, auch die Anlagen zum Aufbereiten des Formsandes nach dem Entformen. Mit der Inbetriebnahme der neuen Formerei- und Gießereihalle wird das maximale Formkastenformat von derzeit 4 m x 3,5 m auf 5 m x 5 m erweitert. Dadurch wird auch das maximal mögliche Gussstückgewicht schrittweise auf bis zu 15 t gesteigert.

Die zweite Investitionsstufe ist mit etwa 4 Mio. € veranschlagt und besteht im Ausbau einer weiteren Halle mit 2000 m². In dieser Halle werden die Speiser und das Angussssystem entfernt und die Gussstücke nach der Strahlbehandlung wärmebehandelt. Neben einem Hängebahnstrahlhaus und einem gasbefeuchten Herdwagenglühofen werden Arc-Air- und Schleifstände sowie modernste Schweißplätze eingerichtet. Anlagen zur zerstörungsfreien Prüfung, wie Ultraschallprüfung, Magnetpulverprüfung mittels multidirektionaler Magnetisierung, ergänzen die Ausrüstung dieser Fertigungshalle.



Südansicht



Ost- und Westansicht

Beide Hallen werden mit einer modernen Entstaubungsanlage nach Schlauchfiltertechnologie ausgestattet. Die Anlage ist mit einem Lufrückführsystem über Wärmetauscher ausgerüstet.

Durch dieses Investitionsprojekt werden in den nächsten Jahren etwa 50 Arbeitsplätze geschaffen, ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung der regionalen Arbeitsmarktsituation.

Im Zuge der Neuinvestition kommt es auch zu zwei umweltrelevanten Veränderungen. Durch Umstellung des gesamten Werksbereiches auf dezentrale Heizsysteme wird das zentrale Heizwerk, welches mit Heizöl schwer betrieben wurde, stillgelegt und es werden etwa 19 t/a Stickoxyde (NO_x) eingespart. Im Bereich der Sandregenerierung wird eine Hochintensitätstrennung installiert und es können künftig etwa 2.500 t Sandabfall, welcher bisher aufgrund des hohen Chromitanteils zu deponieren war, der Wiederverwertung in der Keramik- und Zementindustrie zugeführt werden.

„Traisen 2015“ ist eine Investition von historischem Ausmaß. Damit wird die rasante technologische Entwicklung der vergangenen Jahre und die strategische Ausrichtung der voestalpine Giesserei in Traisen konsequent weitergeführt.

Kontaktadresse:

voestalpine Giesserei Traisen
GmbH, A-3160 Traisen, Mariazeller Straße 75
Tel.: +43 (0)2762 505 0, Fax: 253
E-Mail: office.traisen@voestalpine.com
www.voestalpine.com/giesserei-traisen

Georg Fischer baut Eisengießerei in China

Einer Medienmitteilung vom 23. März d.J. zufolge wird Georg Fischer in Kunshan, China, eine Eisengiesserei errichten. Das moderne Werk wird seinen Betrieb voraussichtlich im Frühjahr 2009 aufnehmen und die lokale Automobilindustrie sowie global operierende Hersteller mit Sicherheitsbauteilen versorgen. GF Automotive nutzt den technologischen Vorsprung, um in diesem rasch expandierenden chinesischen Wirtschaftszweig auch künftig profitabel zu wachsen und die gute Marktstellung im Bereich Leichtmetallguss durch eine eigene Eisengiesserei zu ergänzen. Gleichzeitig trägt GF Automotive mit dem Aufbau einer Eisengussfertigung in Asien dem zunehmenden Trend der Globalisierung und Konsolidierung in der Automobilindustrie Rechnung. Es liegen bereits Aufträge vor, um das Werk schon in der Startphase genügend auszulasten. Die neue Giesserei kann bei Bedarf erweitert werden. Für den ersten Aufbauschritt sind Investitionen von rund CHF 50 Mio. vorgesehen.

Diese Investition im Eisenguss verteilt sich auf die nächsten drei Jahre. Zusammen mit zusätzlichen Investitionen für den Ausbau von Kapazitäten bei GF Piping Systems wird sich das Investitionsvolumen des Konzerns im Jahr 2007 auf CHF 180 – 190 Mio. erhöhen. Das Werk der neu gegründeten Georg Fischer Automotive (Kunshan) Co. Ltd. wird auf einem Grundstück in der Kunshan Economic & Technical Development Zone gebaut und kann modular erweitert werden. Der Standort befindet sich rund 30 km von der Leichtmetallgiesserei in Suzhou entfernt und verfügt über alle relevanten Standortfaktoren wie sichere Energieversorgung, gute Verkehrsverbindungen und Fachpersonal. Die Nähe zum Standort Suzhou schafft Synergien. Die Automobilindustrie gehört weiterhin zu den größten Wachstumstreibern der chinesischen Wirtschaft. Die verschärften Bestimmungen der Abgas- und Verbrauchswerte führen dazu, dass auch die lokalen Autohersteller den neusten technologischen Stand

der Technik nachfragen und einen grossen Bedarf nach Sicherheitsbauteilen wie Schwenklager, Radträger und Achsenlenker aus Sphäroguss haben. Auch im Bereich der lokalen Nutzfahrzeugindustrie wird die Nachfrage nach hoch beanspruchbaren Komponenten aus hochwertigem Eisenguss zunehmen.

Der Georg Fischer Konzern ist heute in China mit insgesamt 1500 Mitarbeitenden in allen drei Unternehmensgruppen vertreten, die 2006 einen Umsatz von rund CHF 300 Mio. erzielten. Georg Fischer ist fokussiert auf die drei Kerngeschäfte GF Automotive, GF Piping Systems und GF AgieCharmilles. Das 1802 gegründete Industrieunternehmen hat seinen Hauptsitz in Schaffhausen (Schweiz) und verfügt weltweit über 140 Niederlassungen, einschließlich 50 Produktionsstätten. Die rund 12 000 Mitarbeitenden erwirtschafteten im Jahr 2006 einen Umsatz von 4,05 Milliarden Schweizer Franken.

Weitere Informationen:

www.georgfischer.com

Firmennachrichten



YOUR FUTURE

FILL live auf der GIFA 2007

Oberösterreichischer Maschinenbauer stellt in Düsseldorf seine neuesten Entwicklungen vor

Vom 12. bis 16. Juni 2007 präsentiert die oberösterreichische Maschinenbaufirma Fill aus Gurten auf der internationalen Gießerei-Fachmesse GIFA in Düsseldorf **vier innovative Entwicklungen** erstmals dem Fachpublikum:

- die **Robotergießzelle robocast + rotocaster**,
- die **Entkernanlage swingmaster sm 315**,
- die **Roboterbearbeitung robmill (Bild 1)** und
- das **Bearbeitungszentrum syncromill (Bild 2)**

Diese Produkte setzen neue Maßstäbe in den Anwendungsgebieten der Aluminium-Gießereitechnik. Damit will Fill seine Technologieführerschaft in der Automatisierungs- und Bearbeitungstechnik signalisieren, Neukunden gewinnen und bestehende Kundenbeziehungen festigen.

Bild 1



Als Innovationsführer bei individuellen Komplettlösungen für komplexe Produktionsprozesse orientiert sich Fill an den speziellen Anforderungen seiner Kunden. Leistung, Geschwindigkeit und die individuelle Ausarbeitung der Anlagenkonzepte sind die wesentlichen Gründe, warum sich immer mehr Partner für Fill entscheiden. Mit dieser Strategie

Bild 2



unterstützt Fill seine Kunden auf dem Weg zum Marktführer.

Mehr Informationen: www.fill.co.at/aluB



Besuchen Sie uns auf der GIFA 2007 in Düsseldorf!
Halle 16, Stand A 31



präsentiert neuen Internetauftritt

Mit neuem Design, mehr Informationen und einer übersichtlicheren Navigation präsentiert phoenix|x-ray seinen neuen Internetauftritt.

Bei der Neugestaltung der Internetseiten hat phoenix|x-ray besonderen Wert auf einen klar strukturierten Seitenaufbau und eine benutzerfreundlichere Bedienung gelegt. Die Inhalte wurden komplett überarbeitet und auf den neuesten Stand gebracht.

Neben allgemeinen Informationen zum Unternehmen und zur Röntgentechnik stehen umfangreiche applikationsbezogene Inhalte zur Verfügung. Unter dem Navigationspunkt „Anwendungen“ erhält der Besucher somit zahlreiche Informationen und praxisnahe Beispiele zu den verschiedenen Anwendungsgebieten von phoenix|x-ray Röntgensystemen. Ergänzend zu den jeweiligen Anwendungsgebieten bekommt der Nutzer

Produktempfehlungen, die speziell auf Applikationen in diesen Bereichen zugeschnitten sind.

Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von neuen Inhalten. Hierzu zählen beispielsweise die FAQs, die dem Besucher Antworten auf wesentliche Fragen zur Röntgentechnik im Allgemeinen und zu phoenix|x-ray Röntgensystemen im Speziellen geben. Einen weiteren Zusatznutzen stellt die Integration des Newsletters dar. Der Newsletter informiert über aktuelle Entwicklungen im Bereich der 2D- und 3D-Röntgentechnik sowie über unternehmensinterne Veränderungen und Neuentwicklungen.

Um seinen Kunden eine optimale Vorbereitung für die Bedienung der Röntgensysteme und Softwaremodule der sich ständig erweiternden Produktpalette zu geben, hat phoe-

nix|x-ray ein spezielles Schulungsprogramm zusammengestellt. Auf den neuen Internetseiten wurde dieses in Form eines Schulungskalenders eingepflegt. Das Angebot richtet sich einerseits an Neukunden und dient andererseits der Fortbildung von Kunden, die bereits mit phoenix|x-ray Röntgensystemen erfolgreich arbeiten. Neben den hier aufgelisteten Schulungsangeboten besteht auch die Möglichkeit, individuelle Themen und Termine zu vereinbaren.

Besuchen Sie den neuen Internetauftritt von phoenix|x-ray unter:

www.phoenix-xray.com



Besuchen Sie uns auf der GIFA 2007 in Düsseldorf!
Halle 3, Stand A 18



Neuer Engineering-Standort der Müller Weingarten AG eröffnet

Mit einer feierlichen Eröffnungsveranstaltung und dem Besuch des Wirtschaftsministers des Landes Baden-Württemberg, Ernst Pfister MdL, wurde am 27. April d.J. der neue

Engineering-Standort der Müller Weingarten AG (MW) in Esslingen offiziell eingeweiht. Zahlreiche Kunden und Gäste aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft konnten sich

dabei einen Einblick in das Leistungsportfolio des Standorts verschaffen.

Mit Fachvorträgen zur zukunftsweisenden Servopressen-Technologie und zum neuen

Wissensportal „MW Forum“ informierte MW über neue Technologien und eine neue Kommunikationsplattform für Kunden und Wissenschaft. In einer anregenden Podiumsdiskussion bezogen Experten Stellung zu der Frage „Quo vadis Umformtechnik? - Wissensbildung und strukturierter Wissenstransfer im Zuge der Globalisierung“.

Die in dieser interessanten Diskussion verschieden argumentierten Lösungsansätze boten den Teilnehmern im Anschluss Grundlage für viele anregende Gespräche.

Der neue Standort Esslingen bietet 230 hoch qualifizierte Arbeitsplätze und ist ein reiner Engineering-Standort für die Geschäftsfelder Hydraulische Pressen und Druckgießtechnik.

An das Verwaltungsgebäude in Esslingen ist ein Rapid Center angegliedert, in dem Servi-

ce-Aufträge kundennah und schnell bearbeitet werden.

Infolge des Wertschöpfungskonzepts wurde die Produktion und Montage vor gut einem Jahr nach Erfurt und Weingarten verlagert, während Vertrieb, Konstruktion und Projektierung in Esslingen verblieben. Das Unternehmen hat damit den Wandel von einem Produktionsstandort zu einem Technologiestandort vollzogen.

Die Müller Weingarten AG vereint als einziger Maschinen- und Anlagenhersteller weltweit die drei Kernkompetenzen für die Metallumformung vor allem im Automobilbau unter einem Dach: die Blechumformung, die Massivumformung sowie die Druckgießtechnik. Mit seinem umfassenden Portfolio steht das Unternehmen im Zentrum der Produktionstechnik für Fahrzeugkomponenten in den

Bereichen Antrieb, Fahrwerk und Karosserie. Neben den deutschen Standorten in Weingarten, Esslingen, Erfurt und Remscheid gehören zum Müller Weingarten-Konzern Tochtergesellschaften in China, USA, Mexiko, der Schweiz, Großbritannien, Frankreich, Spanien und Tschechien sowie Servicestützpunkte weltweit.

Quelle: Aus einer Pressemitteilung der MW AG vom 2.5.2007

Kontaktadresse: Müller Weingarten AG
D - 88250 Weingarten, Schussenstraße 11
Tel.: +49 (0)751 401-2887
Fax: +49 (0)751 401-952887,
E-Mail: lucie.dammann@mwag.de



**Besuchen Sie uns auf der
GIFA 2007 in Düsseldorf !
Halle 10 Stand E 20**



Kontinuierliches Wachstums

Der Technologiekonzern Bühler weist für das Geschäftsjahr 2006 ein erfreuliches Wachstum aus. Der Bestellungseingang legte um rund 10 % zu und betrug Ende Jahr CHF 1,69 Mrd. Der konsolidierte Umsatz der Gruppe hat sich mit CHF 1,6 Mrd. gegenüber Vorjahr ähnlich positiv entwickelt. Das operative Resultat hat gegenüber Vorjahr überproportional zugenommen.

Die gezielten Investitionen, das Servicegeschäft und die Marktentwicklung Asiens haben 2006 Früchte getragen. Das Servicegeschäft ist gegenüber Vorjahr um 15 % gewachsen und Bühler in Asien um rund 30 %. Aber auch in den angestammten Märkten Europa und USA hat das Volumen um 13 % bzw. um 18 % zugenommen.

Der detaillierte Jahresabschluss und der Geschäftsbericht wurden zur Bilanzpressekongferenz am 3. April 2007 veröffentlicht.

Bühler ist als global tätiger Technologiekonzern der Systempartner für Maschinen, Anlagen und Prozess-Know-how in der Nahrungsmittelindustrie, der Chemischen Industrie sowie im Druckguss und beschäftigt weltweit rund 6000 Mitarbeiter.

Großauftrag der koreanischen Hyundai Motor Company an Bühler Druckguss

Insgesamt zwölf komplette Druckgiesszellen zur Herstellung hochwertiger Motorblöcke aus Aluminium: Der Grossauftrag der Hyundai Motor Company an Bühler Druckguss ist das Resultat geduldiger Überzeugungsarbeit.

Die ersten acht grossen Druckgiesszellen laufen seit August 2006, vier weitere sollen in den kommenden Monaten installiert und in Betrieb genommen werden. Wenn das Bühler Grossprojekt Ende 2007 abgeschlossen sein wird, verfügt die koreanische Hyundai Motor Company (HMC) in Ulsan mit zwölf Druckgiesszellen mit Schliesskräften von 2700 bis 4200 Tonnen über die modernste Druckgiessfabrikation für Motorblöcke der Welt.

Motorblock als Herz des Autos

Nach BMW ist Hyundai ein weiterer bedeutender Automobilhersteller, der für das Gießen der Motorblöcke der Luxusmodelle auf Druckgiessanlagen von Bühler vertraut. Der Motorblock ist das eigentliche Herz jedes Autos. Die Qualität und Festigkeit des

Gussteils ist entscheidend für die Lebensdauer des gesamten Motors. Kein Wunder, sind die Motorenbauer und Automobilhersteller weltweit dauernd auf der Suche nach Verbesserungen der Druckgiessverfahren und -anlagen.

Hyundai hat sich zum Ziel gesetzt, die besten Motoren der Welt herzustellen. Und dies nicht nur für die eigenen Fahrzeuge, sondern auch als Lieferant für andere Autohersteller. Entsprechend dieser Zielsetzung machten sich die Verantwortlichen von Hyundai kurz nach der Jahrtausendwende auf die Suche nach einem Druckgussverfahren, das in der Lage sein sollte, die hohen Qualitätsanforderungen zu erfüllen.

Bis es dann zur ersten Bestellung von fünf kompletten Druckgiessanlagen Evolution 270 D für die Produktion von Vierzylinder-Reihenmotorblöcken und von drei Anlagen Evolution 370 D zum Druckgiessen von Sechs- und Achtzylinder-V-Motorblöcken aus Aluminium kam, hatten die Bühler Spezialisten noch einige Überzeugungsarbeit zu leisten. Dan Lloyd, Verkaufsleiter Ferner Osten von Bühler Druckguss: „Unsere

Druckgiessanlagen arbeiten im Gegensatz zu den japanischen Anlagen mit sehr hohen Betriebsdrücken und sind vollautomatisch gesteuert. Das ist eine ganz andere Technik und Technologie, als sie die Ingenieure von Hyundai gewohnt waren.“ Um Hyundai von den Vorzügen der Bühler Anlagen überzeugen zu können, mussten die Vertreter der koreanischen Automobilproduzenten mit der unbekannten Technik und der etwas anderen Druckphilosophie vertraut gemacht werden.

Planmässige Inbetriebnahme

Bis zur Vorabnahme der ersten Anlage, die im Juli 2005 in Uzwil erfolgte, standen die Spezialisten von Hyundai und das Team von Bühler Projektleiter Urban Ehret in laufendem Kontakt. Es fanden alle zwei Monate Meetings statt, die dazu dienten, alle Teile der neuen Anlage zu besprechen und kleinere Verbesserungen zu diskutieren. Im August 2005 begann das 15-köpfige Team von Bühler Druckguss mit der Montage der ersten Druckgiessanlage in der riesigen, rund 10.000 Quadratmeter großen Halle der

ehemaligen Eisengiesserei in Ulsan. In regelmässigen Abständen folgte eine nächste Anlage, so dass im August 2006 alle acht Druckgiessanlagen inklusive der Peripherie aus Robotern, Sprühgerät, Dosiersystem und der Alu-Zuführung fertig installiert und ausgetestet waren. Seither verlässt innerhalb von drei Minuten ein Alu-Motorblock je eine der acht Maschinen. Angestrebt wird der Betrieb «rund um die Uhr». Sobald dies der Fall ist, werden die acht Anlagen pro Jahr 850.000 Motorblöcke herstellen.



Die neuen Bühler-Druckgiessanlagen in der alten Eisengiesserei von Hyundai in Ulsan

Weitere Referenzanlage

Offensichtlich von der Qualität des Verfahrens und der Druckgiessanlagen von Bühler überzeugt, haben die Verantwortlichen von Hyundai im Sommer 2006 vier weitere komplette Druckgiesszellen bestellt. Sie werden bis spätestens Ende 2007 produzieren. Für Dan Lloyd ist diese zweite Bestellung von Hyundai der endgültige Beweis für die Qualität „seiner“ Produkte. „Wir konnten nach BMW bei Hyundai einen zweiten grossen Automobilhersteller mit unseren Anlagen zufriedenstellen. Damit haben wir eine weitere Referenzanlage vorzuweisen und haben gezeigt, dass wir im Wettbewerb mit der japanischen Konkurrenz mehr als bestehen können.“ Für den 60-jährigen Engländer ist auch wichtig, «bei der Verwirklichung des Hyundai-Projektes viel gelernt und mit der erfolgreichen Realisierung vor allem ein weltweites Interesse an unseren Qualitätsprodukten geweckt zu haben».

Hyundai

Die Hyundai Motor Company (HMC) gehört ebenso wie Kia Motors zur Hyundai

Kia Automotive Group, die wiederum eine der fünf Divisionen des internationalen Grosskonzerns Hyundai Group ist. HMC wurde 1967 von Chung Ju-yung gegründet und ist heute der grösste Auto- und Nutzfahrzeugproduzent Südkoreas. In Ulsan im Süden Koreas – im Volksmund auch Hyundai-City genannt – betreibt Hyundai das grösste Automobilwerk der Welt. Auf den nordamerikanischen Märkten ist Hyundai erst seit den 80er-Jahren, in Europa sogar erst seit den 90er-Jahren präsent. Weltweit gilt Hyundai als der siebtgrösste Fahrzeughersteller.

Kontaktadresse:

Bühler AG, Corporate Communications, CH-9240 Uzwil, Tel.: +41 (0)71 955 11 11
Fax: +41 (0)71 955 38 51
www.buhlergroup.com

Quelle: Bühler-Pressemitteilung vom 21. Mai 2007



Besuchen Sie uns auf der
GIFA 2007 in Düsseldorf!
Halle 11 Stand A 28

Surface finishing adds the value



RÖSLER®
finding a better way ...

**Gleitschlifftechnik
Strahltechnik**

**Innovative Lösungen
vom Weltmarktführer für
Oberflächenbearbeitung**

**Lohnbearbeitung auf
modernsten Anlagen**

www.rosler.at

RÖSLER Oberflächentechnik GmbH
Hetmanekgasse 15 · A-1230 Wien
Tel.: +43/1/6985180-0
Fax: +43/1/6985182
office@rosler.at



Bitte besuchen Sie uns auf der GIFA Düsseldorf, 12. bis 16. 6. 2007, Halle 16, Stand D36.

Interessante Neuigkeiten

Spektakuläres FORMEL-I-Projekt an der HTL Steyr

Im Heft 7/8 der Giesserei Rundschau 53 (2006), S. 156/157, konnten wir unter dem Titel „Oberösterreichische Gießereien fördern Ausbildung“ über den Know-How-Transfer und die intensive Unterstützung eines Formel-I-Motorprojektes an der HTL Steyr durch Hydro Aluminium Mandl & Berger, SLR-Gusswerk II und Wagner Schmelztechnik berichten.

Es ist eine unglaubliche Geschichte. Ein vor 20 Jahren in Eisenerz i.d. Steiermark entwickelter Formel-I-Motor wurde nun von einem Lehrer/Schüler-Team an der HTL Steyr wieder zu neuem Leben erweckt.

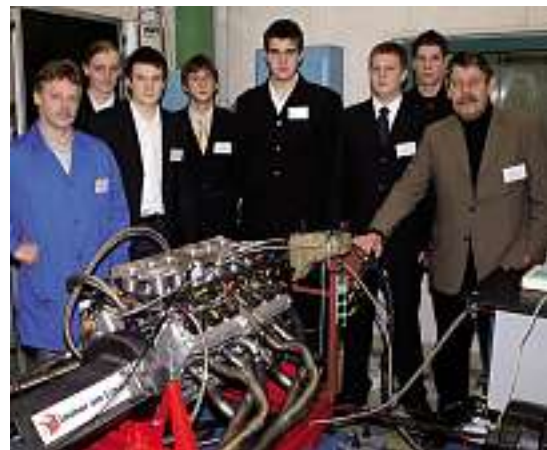
„Prinz Eisenerz“, so nannte man liebevoll diesen FI-Motor, wurde damals unter größter Geheimhaltung in Eisenerz entwickelt. Schon nach 2 Jahren drehte der „Neotech V 12“ in einem Brun Porsche 962-C erstmals in Zeltweg seine Runden. Leider wurde diese österreichische Ingenieurleistung aber dann auf Eis gelegt und nicht weiter verfolgt. Der Zufall wollte es, dass die HTL Steyr nun an diesen „Edelschrott“ herankam und diesen für Ausbildungszwecke erhielt. Horst Pichler (Autohaus Pichler, Wels), selbst Absolvent der HTL Steyr, war der Initiator dieses spektakulären Schulprojektes.

Ein Jahr Planungsphase benötigte der motorsportbegeisterte Informatikprofessor Dipl.-Ing. Dr. Bruno Losbichler, um die Rahmenbedingungen für ein derartiges Großprojekt

zu schaffen. Vor allem konnte er ehemals Beteiligte gewinnen, um den Know-How-Transfer sicherzustellen. Einige zentrale Projektträger wie BOSCH Motorsport (D), Messerli Informatik (CH), Marlow Motorentwicklung (CH), Lehmann Motorentechnik (FL), Kerbl Modellbau u.a. konnten zur Mitarbeit motiviert werden. Das Projekt FORMEL I unterstützen bisher 16 namhafte in- und ausländische Unternehmen.

Der offizielle Projektstart erfolgte am 28. Januar 2005 mit einem Kickoff-Meeting, dem rd. 200 Teilnehmer aus Wirtschaft und Schule gefolgt waren. Die mehrjährige Projektabwicklung, getragen von 9 HTL-Lehrern aus Theorie und Werkstätte und 26 technikbegeisterten Schülern, sah drei Stufen vor: „Motor“, „Prüfstand“ und „Fahrzeug“. Im Schuljahr 2005/2006 realisierten 19 Schüler die notwendigen Basisarbeiten. Deren Engagement und ihre hervorragenden Diplomarbeiten waren maßgeblich dafür entscheidend, dass das FI-Projekt auch 2006/2007 erfolgreich fortgeführt werden konnte. Jetzt sind es 6 Diplomanden, die sich voll auf die Startinfrastruktur konzentrierten und den 118 kg schweren 12 Zylinder 3,5 l - V-Motor mit 650 PS am 20. März d.J. im Beisein vieler prominenter Gäste zum Laufen brachten. Ein Monat später wurde am 27. April 2007 an der HTL Steyr ein „Projekttag Fahrzeugtechnik“ abgehalten, auf

dem die Maturanten vor über 200 Teilnehmern über ihr Formel-I-Projekt informierten und einen weiteren Motorstart absolvierten. Mit den bisher zwei erfolgreichen Projektstufen „Motor“ und „Prüfstand“ ist der HTL Steyr bereits mehr als das an einer Schule normalerweise Machbare gelungen. Ob die Stufe 3 „Fahrzeug“ nun anschließend auch noch verwirklicht werden kann, hängt von Sponsoren ab. Intensive Aktivitäten laufen bereits und dem engagierten Lehrer/Schüler-Team der Abteilung Fahrzeugtechnik der HTL Steyr wäre auch hier ein positiver Abschluss zu wünschen.



Das Schülerteam mit Fachlehrer Leopold Mitterhuber (li) und Prof. Dr. Bruno Losbichler (re) bei der Präsentation des FI-Motors.

Vereinsnachrichten

Jahreshauptversammlung 2007 des VÖG

Im Rahmen der 51. Österreichischen Gießerei-Tagung fand am Donnerstag, den 19. April 2007 um 17.45 Uhr im *Museum Arbeitswelt* in Steyr auch die gut besuchte Ordentliche Jahreshauptversammlung des VÖG statt.

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, die Geschäftsführer des Vereins für praktische Gießereiforschung Univ.Prof. Dr. Peter Schumacher und Dipl.-Ing. Gerhard Schindlbacher und als Vertreter der ausländischen VÖG-Mitglieder die Herren Prof.emerit. Dr.-Ing. Reinhard Döpp und Prof. Dr.-Ing. Andreas Bühnig-Polaczek.

Hierauf gab VÖG-Geschäftsführer Berg-rat h.c. Dipl.-Ing. Erich Nechtelberger seinen Bericht über die Vereinstätigkeit im Jahr 2006.

Die Vereinsarbeit konzentrierte sich auf die Gestaltung der Vereinszeitschrift GIES-SEREI RUNDSCHAU und die Mitgliederwerbung.

Der Mitgliederstand mit Ende 2006 betrug 252 persönliche Mitglieder (davon 59 Pensionisten, d.s. 23%), 6 studierende Mitglieder (Firmenpatenschaften), 65 Firmenmitglieder sowie 3 Ehrenmitglieder; insgesamt also 317 Mitglieder.

Im Berichtsjahr 2006 war der Verlust eines persönlichen Mitgliedes zu beklagen:

Am 6. Mai 2006 ist Herr Dipl.-Ing. Friedrich Schwarz, Wien, VÖG-Mitglied seit 1969, im 63. Lebensjahr verstorben. Eine Würdigung

seines Lebenswerkes anlässlich seines 60. Geburtstages enthielt die Giesserei Rundschau Heft 3/4-2003, S. 98.

In den 6 Doppelheften der Giesserei Rundschau 53(2006) konnten insgesamt 27 Fachbeiträge publiziert und informative redaktionelle Beiträge und Vereinsnachrichten gebracht werden.

Zur Pflege der Aufrechterhaltung internationaler Beziehungen haben Repräsentanten des VÖG im Jahr 2006 auch an Veranstaltungen befreundeter ausländischer Organisationen teilgenommen:

VÖG-Vorstandsmitglied und WFO-Past President, Dipl.-Ing. Alfred Buberl, hat am WFO-Executive-Meeting in Ahmedabad/Indien, 13.2.2006, sowie am Gießerei-Weltkongress mit WFO Vorstandssitzung, Generalversammlung und WFO-Past Presidents

Meeting in Harrogate / GB, 5./7.6.2006, teilgenommen.

Der Geschäftsführer hat die folgenden Auslandsveranstaltungen besucht:

Gießerei-Ausstellung FONDEX, Brünn, 16.5.2006, Gießerei-Weltkongreß mit WFO-Generalversammlung in Harrogate / GB, 5./7.6.2006, Slowenische Gießereitagung, Portoroz, 14./15.9.2006, MEGI-Sitzung in Idrija, Slowenien, 16.9.2006, Tschechische Gießerei-Tagung, Brünn, 14./15.11.2006.

Im Anschluss an den Bericht des Geschäftsführers gab Vereinskassier Hubert Kalt einen Überblick über die Finanzlage zum 31. Dezember 2006.

Einnahmen aus Mitgliedsbeiträgen,
Förderung des Fachverbandes,
Werbeeinnahmenanteil Giesserei-
Rundschau und Zinserlösen
in Höhe von insgesamt € 49.665,13
standen Ausgaben für
Mitgliederbetreuung, Herausgabe
der Giesserei-Rundschau,
Reiseaufwand, Telefon- und
Sachaufwand in Höhe von € 30.000,75
gegenüber.

Das Berichtsjahr schloß damit
mit einem Überschuss
in Höhe von € 19.664,38

Die Kontrolle der Kassa- und Buchhaltungsbelege am 19. März 2007 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 Jahr 2007 ins Auge gefasst.

Ehrung langjähriger Mitglieder

In seiner Sitzung am 19. April 2007 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:

Herr Veit Schmid-Schmidfelden, Wilhelmsburg

Herr Herbert Wansch, Pulkau

Für 40-jährige VÖG-Mitgliedschaft die VÖG-Treueplakette in Silber erhielt:

Herr Dipl.-Ing. Dr. mont. Gerhard Löcker, Leoben

Da die zu Ehrenden an der Hauptversammlung nicht teilnehmen konnten, wurden ihnen Urkunden und Ehrenzeichen am Postweg übermittelt.



Personalia

Wir gratulieren zum Geburtstag

Herrn **Dipl.-Ing. Dr. mont. Hansjörg Dichtl**, A-5020 Salzburg, Wäschergasse 7, **zum 70. Geburtstag** am 22. Juni 2007



Hansjörg Dichtl erblickte in Scheibbs, NÖ, das Licht der Welt. Er besuchte die Grundschule und das Realgymnasium in Amstetten und maturierte 1957 an der HTL für Elektrotechnik in St. Pölten. Anschließend studierte er bis 1963 Hüttenwesen an der Montanistischen Hochschule Leoben, und schloss es mit einer Diplomarbeit über die Anwendung der Röntgen-Stereo-Mikroradiografie zur Untersuchung der Raumform des Grafit ab.

Während er sich auch weiterhin intensiv mit dieser neuen Untersuchungsmethode beschäftigte, war er von 1963 bis 1968 als Assistent an der Lehrkanzel für Metallkunde und Werkstoffprüfung bei Prof. Dr. Roland Mitsche tätig. 1967 stellte er seine Dissertation fertig, in der sich sein Interesse auf die gezielte Anwendung der Differential-Thermoanalyse (DTA) in der Metallkunde konzentrierte, und aufgrund dessen 2 Jahre später eine 12 Jahre andauernde Mitarbeit im Editorial Board der Fachzeitschrift „Thermochimica Acta“ folgte.

Dichtl führte in den Jahren 1968 bis 1970 – während seiner anschließenden Tätigkeit als Abteilungsleiter für den Leicht- und Schwermetallguss und die Metallografie am Österreichischen Gießerei-Institut (ÖGI) – die DTA als erfolgreiches Untersuchungsverfahren im Werkstoff- und Formstoffbereich ein. Zur Tiroler Röhren- und Metallwerke AG (TRM) nach Hall in Tirol – der größten Grau- und Sphärogießerei Österreichs – wechselte Dr. HJ. Dichtl 1970 als Bereichsleiter für Technik, und war neben der Leitung der Qualitätsstelle und der Werkstofftechnik bei allen größeren Entscheidungen maßgeblich eingebunden. Durch die Beteiligung der Firmen Buderus und Pont a Mous-

son an der TRM AG, sowie die enge Zusammenarbeit mit vielen großen Unternehmen, konnte Dr. Dichtl namhafte Gießereibetriebe in Europa und Übersee kennenlernen. Er arbeitete in vielen nationalen und internationalen Fachgremien mit, und erhielt 1976/78 einen Lehrauftrag an der Montanistischen Hochschule Leoben für das Fachgebiet „Metallkunde des Gießereiwesens“.

In den Jahren 1980 bis 1984 übernahm Dr. Dichtl die Funktionsbereichsleitung für Qualitätswesen und Forschung bei der Steyr-Daimler-Puch AG in Steyr, und betreute gleichzeitig die Auslandsstandorte Steyr-Hellas und Steyr-Nigeria, wodurch er maßgeblich zum Aufbau eines modernen Qualitätssicherungssystems und einer schlagkräftigen Forschungsabteilung – insbesondere in Richtung Einsatz der EDV-Technik (CAD, CAM, FEM) – beitragen konnte.

Die Zeit von 1985 bis 1987 verbrachte er als Werkdirektor der LKW-, Traktoren- und Komponentenfertigung der Werke Steyr und St. Valentin.

Dr. Dichtl wechselte 1987 bis 1993 als Technischer Vorstand zur Walzengießerei Eisenwerk Sulzau-Werfen, R&E. Weinberger AG nach Tenneck in Salzburg, wo es ihm möglich war, seine internationalen Kontakte zum Vorteil des Unternehmens weltweit weiter auszubauen.

1994 übernahm er die Funktion des Geschäftsführers des Fachverbandes der Gießereiindustrie, welche er bis zu seiner Pensionierung 2002 inne hatte. Er war Mitglied zahlreicher nationaler und internationaler Berufsverbände, darunter der Eisenhütte Österreich, VÖG und VDG, der Vereinigung Europäischer Gießereiverbände CAEF u.a.

1974 bis 1994 war er Vorstandsmitglied des Vereins für praktische Gießereiforschung (ÖGI), und ist seit dem Jahr 1999 Vorsitzender dieses Gremiums.

Zahlreiche Vorträge und Publikationen der Fachwelt, sowie seine Auszeichnungen bzw. Ehrungen zeugen vom breitgefächerten Wissen und den Erfahrungen unseres geschätzten Jubilars, der damit den technisch-wissenschaftlichen Fortschritt des Gießereiwesens erheblich fördert:

1975 – Verleihung des „Hans Malzacher Preises“ von der Eisenhütte Österreich für seine wissenschaftlichen Arbeiten.

30. Juni 2000 – Titel und Würde eines Ehrenbürgers, verliehen durch die Montanuniversität Leoben, in Würdigung seiner Verdienste in Forschung und Lehre, vor allem auf dem Gebiet des Gießereiwesens, der Förderung und Vertretung der Interessen der Montanuniversität Leoben in Industrie und Wirtschaft, sowie der Realisierung einer vertieften Kooperation des Institutes für Gießereikunde mit dem Österreichischen Gießerei-Institut (ÖGI) zum Nutzen beider.

2003 – Verleihung des „Goldenen Ehrenzeichens für Verdienste um die Republik Österreich“. Der Bundespräsident hat mit

Entschließung vom 30. Juli 2003, über Antrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, unter besonderer Würdigung seines Einsatzes für die österreichische Gießereiindustrie und für das Österreichische Gießerei-Institut, das „Goldene Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich“ verliehen.

Dr. Dichtl ist nach wie vor Vorsitzender des Österreichischen Gießerei-Institutes, und übt diese Funktion mit äußerst großem Einsatz und Umsicht aus. Es ist unter anderem in seiner Ära gelungen, das ursprünglich nur gemietete Gelände in Leoben von der Bundesimmobiliengesellschaft anzukaufen, und somit die Position des Gießerei-Institutes weiter zu stärken. Eines der wichtigsten Projekte der letzten Zeit war – unter anderem auch – die Investition in die Computertomographie, welche von strategisch großer Bedeutung ist. Das letzte Projekt zum Aufbau einer giessereispezifischen Seminarreihe für Meister und junge Techniker als Kooperation zwischen dem BWL-Lehrstuhl der MUL und dem ÖGI wäre ohne die führenden und ordnende Mitarbeit von Dr. Dichtl wohl nicht zu Stande gekommen.

Für seinen Einsatz und seine Leistungen im Sinne unserer österreichischen Giesserfamilie während mehrerer Jahrzehnte, für sein Vorbild, sowie auch für seine stets wohlwollenden und freundlichen Zuwendungen, möchten wir uns bedanken und gratulieren mit einem herzlichen „Glück auf“.

Herrn **Dipl.-Ing. Othmar Zimmermann**, A-7162 Tadt, Untere Hauptstraße 20, **zum 60. Geburtstag** am 19. Juli 2007



Othmar Zimmermann wurde 1947 in Graz geboren. Nach seinem Gießerei-Studium an der Montanuniversität Leoben praktizierte er zwei Jahre in Stahlwerken in Deutschland und Schweden, wo er die Qualifikation als Leiter der OBM-Anlage in Domnarvets Jernverk erlangte.

1976 erfolgte sein Eintritt bei der ELIN Union AG, wo ihm die Leitung der Arbeitsvorbereitung in der Eisengießerei Möllersdorf übertragen wurde. Später wechselte er in den Bereich Forschung und Entwicklung in die Wiener Zentrale.

Es folgten Aufgaben zur Inbetriebnahme einer vollautomatischen Vergießanlage im Irak und einer Warmhalteeinrichtung für Mg-behandeltes Gusseisen in der BRD.

1981 wechselte Zimmermann als Leiter der Qualitätsstelle zur Waagner-Biró AG, Werk Stadlau und qualifizierte sich als Schweißtechnologie.

1983 erfolgte sein Wechsel zur Europa Stahlgießerei der Hübner Gray GmbH (Combustion Engineering) in Wien Atzgersdorf, wo er die Leitung der Metallurgie (AOD Anlage), des Qualitätsmanagements und der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung sowie des Gießereilabors übertragen erhielt. In diese Zeit fällt auch seine Qualifikation als Strahlenschutzbeauftragter und als Prüfer der Stufe 3 für RT, UT, MT, PT, und VT.

1987 wurde Dipl.-Ing. O. Zimmermann die Befugnis eines Ziviltechnikers für Hüttenwesen erteilt und es erfolgte sein Wechsel zu Lloyd's Register of Shipping als Abnahmeingenieur in Großbritannien mit Qualifikation als Auditor für Qualitätsmanagement Systeme. Das Engineering Council (UK) verlieh ihm den Titel Chartered Engineer.

Ab 1988 war Zimmermann Länderverantwortlicher für Österreich, Tschechoslowakei und Ungarn für die Qualifikation von Herstellern nach den Regeln von Lloyd's Register und für Auditierungen nach ISO 9000 für LRQA in insgesamt 10 europäischen Staaten.

Ab 1993 ist O. Zimmermann selbständig als Auditor, Trainer, Berater und Prüfer tätig und besitzt auch die Qualifikation und den Gewerbeschein als Sicherheitsfachkraft.

1998-1999 war er Geschäftsführer der SGS ICS GmbH, Wien, mit Qualifikation als Tutor für die Ausbildung Externer Auditoren, als Gefahrgutbeauftragter und als Gutachter im Rahmen des Audits Familie & Beruf.

Seit 1999 ist Dipl.-Ing. O. Zimmermann wieder selbständig als Unternehmensberater und –organisator sowie als Sicherheitsfachkraft, Auditleiter und Kooperationspartner bei TÜV Österreich, Prüfer der Stufe 3 bei Herstellern von ASME-konformen Druckbehältern in Österreich, Polen und Ungarn tätig.

Er ist Mitglied des VÖG seit 1978, Professional Member des Institutes of Metals, Mining and Materials seit 1987, Persönliches Mitglied der ÖGfZP seit 1986 und Mitglied der American Society of Mechanical Engineers (ASME) seit 1998.

Herrn **Dir.i.R. Dipl.-Ing. Walter Martinelli**, A-3160 Traisen, Taurerweg 14, **zum 90. Geburtstag** am 27. Juli 2007



Walter Martinelli wurde als Sohn eines Arztes am 27. Juli 1917 in Graz geboren. Er absolvierte die Volks- und Hauptschule sowie die Höhere Bundesgewerbeschule, Abteilung für Elektrotechnik. Nach abgelegter Reifeprüfung begann Herr Martinelli seinen beruflichen Werdegang bei der Firma Gebrüder Böhler & Co. in Kapfenberg, wo er bis zum Antritt des Militärdienstes ab 1944 tätig war. Nach den Wirren des 2. Weltkrieges nahm er seine berufliche Tätigkeit beim Kraftwerksbau Salza im Ennstal auf.

Seiner Begeisterung für die Technik folgend begann er ab 1948 mit seinem Studium an der Montanistischen Hochschule Leoben, Fachrichtung Hüttenwesen. Mit sehr guten und vorzüglichen Beurteilungen bei den Einzelprüfungs- und Übungserfolgen hatte Herr Martinelli die 2. Staatsprüfung 1953 mit „sehr gut“ bestanden. Seine Praktika während der Studienzeit absolvierte er bei der Firma Gebrüder Böhler & Co. und bei der Firma Fagersta Brucks AB in Schweden.

Nach Abschluss des Studiums trat er 1953 bei der Österreichischen Alpine Montangesellschaft in Leoben ein, wo er als Assistent der Metallurgischen Abteilung tätig war. Ab 1956 wurde er innerhalb der Gesellschaft nach Traisen überstellt und mit dem Aufbau und der Leitung der Qualitätsstelle betraut. Als äußerst tüchtiger und bewährter Fachmann auf dem Gebiet des Stahl- und Tempergusses wurde er 1960 zum Betriebschef ernannt und mit der Stellvertretung des Werksdirektors betraut.

Auf eigenen Wunsch löste er 1961 sein Dienstverhältnis in der verstaatlichten Industrie und übernahm anschließend die Position des Werksdirektors bei der Firma Vogel & Noot AG in Wartberg. Ab diesem Zeitpunkt bestimmte er den Umsatz dieses Unternehmens im Bereich des Blechwalzwerkes und im Landmaschinenbereich, wo er ansehnliche Exporterfolge erzielte und wesentlich zum weiteren Auf- und Ausbau des Unternehmens beitrug.

Wegen seines Wissens und der in vielen Jahren erworbenen Berufserfahrung sowie seiner Kompetenz im Wirtschaftsleben wurde er 1968 mit der Leitung des Werkes Traisen der Österreichischen Alpine Montangesellschaft sowie mit der fachtechnischen Beratung der Gießerei des Hüttenwerkes Donawitz beauftragt.

In Traisen war er für zwei Gießereibetriebe zuständig, die Stahlguss- und die Tempergusszeugung. Zwei Fachgebiete, die in dieser Kombination in Österreich von kaum jemand gleichzeitig beherrscht wurden. Im Bereich der Stahlgießerei wurden Formgussstücke bis zu einem Stückgewicht von 6 t produziert, wobei unter Martinelli die Umstellung von unlegiertem und niedriglegiertem Stahlguss auf rost- und säure- sowie hitzebeständige Qualitäten erfolgte. Zusätzlich wurde die Produktion von Weichenherzen aus Manganhartstahl für den Eisenbahnbau eingeleitet.

In der Tempergussproduktion zur Herstellung für Fittings wurde von einer Drehkreuzanlage mit händischem Abgießen erfolgreich auf eine automatische Künkel Wagner Form- und Gießanlage umgestellt.

In der Fittingsbearbeitung wurde zukunftsorientiert in neue Gewindeschneidautomaten investiert. Durch ihn bekam die Initiative zum Neubau der Fittingsbearbeitung, der Verzinkerei und des Fertigglasers einen entscheidenden Anstoß.

Zusätzlich wurde Herr Martinelli zur Sicherstellung der bestmöglichen technischen und wirtschaftlichen Weiterentwicklung der Gießereiproduktion mit der fachbezogenen Koordination des Werkes Liezen beauftragt. Im Besonderen betraf dies die Produktionstechnik, die Änderungen bestehender und die Einführung neuer Verfahren, die Anlagenwirtschaft und die Produktionsplanung.

Während der anspruchsvollen Tätigkeiten als Werksdirektor hatte er bis zu seiner Pensionierung im Jahre 1978 in der Bundeskammer/Fachverband der Gießereiindustrie Österreichs, im Verein für praktische Gießereiforschung am Österreichischen Gießereinstitut, in der Vereinigung Europäischer Gießereverbände/Sektion Stahlwerkskollern und in der Handelskammer NÖ/Fachgruppe der Gießereiindustrie NÖ die Interessen des Unternehmens vertreten.

Herr DI Walter Martinelli hatte während seiner aktiven Berufsausübung mit Fairness gewirkt. Er galt auch als großer Förderer des Werksportvereines und der Werksmusikpelle. Seine Fachkompetenz und sein in vielen Jahren gesetztes Engagement zur Modernisierung des Standortes haben dazu beigetragen, dass auch heute sowohl die **Stahlgießerei** als ein Unternehmen der **voestalpine** als auch die **Tempergießerei** als ein Unternehmen von **GEORG FISCHER** erfolgreich Kunden auf der ganzen Welt beliefern.

Privat ist Walter Martinelli ein Familiemann. Er fühlt sich im Kreise seiner Familie – inzwischen 8 Enkelkinder – am wohlsten.

Herrn **Generaldirektor Bergrat h.c. Dipl.-Ing. Josef Wöhler**, SAG Salzburger Aluminium AG, A-5651 Lend 25, **zum 70. Geburtstag** am 2. August 2007



Geboren in Steyr/OÖ., besuchte Josef Wöhler nach der Grundschule in Trattenbach das Realgymnasium in Steyr und studierte dann von 1956 bis 1961 an der Montanistischen

Hochschule Leoben, wo er zum Dipl.-Ing. der Montanwissenschaften graduierte.

Schon während des Studiums absolvierte er Berufspraktika in Österreich, in der Bundesrepublik Deutschland, in Schweden und in Spanien und trat nach seinem Studienabschluss 1961 in die Alpine-Montangesellschaft (heute Voest-Alpine) am Steirischen Erzberg ein.

1967 wechselte Dipl.-Ing. Josef Wöhler zur Schweizerischen Aluminium AG und übernahm in der Folge Leitungsfunktionen an Standorten des Unternehmens in Zürich, Sierra Leone, Frankreich und Italien.

Von 1982 bis 1992 war ihm die Geschäftsführung der Salzburger Aluminium GmbH in Lend, Schwarzach und Wien – einer 100 prozentigen Aluisse-Tochter – anvertraut, die er nach einem Management Buy Out im Jahre 1992 in die Salzburger Aluminium AG umfirmierte und die Wöhler seither als Generaldirektor und Vorsitzender des Vorstandes leitet.

Der Konzern der Salzburger Aluminium Gruppe umfasst heute 12 Gesellschaften. Die jüngste Firmengründung erfolgte in diesem Jahr im Oman, wo mit der neuen SAG SOHAR L.L.C. ein Schmelzwerk für die Produktion von hochmodernen Stromschienen errichtet wird.

Der Konzern beschäftigt derzeit 1100 Mitarbeiter und erzielte im Jahre 2006 einen Umsatz von rund € 309 Mio mit einer Exportquote von 85%.

Die SAG hat in den letzten Jahren in ihren Kernmärkten als Systemlieferant der Automobilindustrie die Technologie- und Qualitätsführerschaft unter Beweis stellen können. Bei Energiespeichersystemen und Hochleistungs-Werkstoffen ist die SAG weltweit Marktführer. Durch die Konzentration der F&E-Kompetenz in Lend wird die Innovationskraft des Unternehmens nachhaltig weiteres Wirtschaftswachstum ermöglichen, was das Umsatzziel für 2008 auf 488 Mio. € ansteigen lässt.

Generaldirektor Josef Wöhler war seit 1984 Vizepräsident der Industriellenvereinigung Salzburg, seit Juni 2002 ist er deren Präsident. Seit 1985 ist er Vorsitzender der Fachvertretung der Metallindustrie der Wirtschaftskammer Salzburg und seit 1990 auch Mitglied des Fachverbandsausschusses der Österreichischen Metallindustrie. Seit 1988 gehört er dem Vorstand des Vereins für praktische Gießereiforschung (Österr. Gießerei-Institut) an und seit November 2000 ist er Obmann des Vereines der Freunde der Montanuniversität Leoben.

1990 wurde GD Josef Wöhler mit dem Silbernen Ehrenzeichen des Landes Salzburg ausgezeichnet und im Februar 1997 wurde ihm durch Entschließung des Herrn Bundespräsidenten der Berufstitel Bergrat h.c. verliehen.

Im Mai 2002 erhielt sein Unternehmen die Auszeichnung „Bestes Familienunternehmen des Landes Salzburg“.

Seit 2002 ist GD Josef Wöhler Mitglied des Vereins Österreichischer Gießereifachleute (die SAG ist seit 1965 förderndes Mitglied).

Herrn **Ing. Erich Obermayr**, A-4063 Horsching, Rügenstraße 13, **zum 60. Geburtstag** am 9. August 2007



Erich Obermayr wurde am 9. August 1947 in Linz a.d. Donau geboren. Nach der Grundschule absolvierte er die Lehre zum Modelltischler und war ab 1965 als solcher im Modellbau der voestalpine Giesserei Linz GmbH, ab 1970 als Vorarbeiter und Ausbilder, tätig. Von 1981 bis 1985 besuchte Obermayr die Abendschule der HTL Maschinenbau/Betriebstechnik in Linz und setzte dann 1985 seine Tätigkeit in der voestalpine Giesserei Linz als Gießereingenieur fort. 1987 bis 1989 wurde er mit der Auswahl bzw. Einführung der Erststammungssimulation in der Giesserei Linz betraut und dann weiterhin als Abteilungsleiter der Produkttechnik mit Schwerpunkt Simulation für die ständige Verbesserung der Gießtechnik eingesetzt.

Anfang 2007 trat Ing. Erich Obermayr in die Freizeitphase der Altersteilzeit ein und mit Ende Februar 2009 wird er aus dem Unternehmen ausscheiden und in den Ruhestand übergehen.

Herrn **Ing. Horst Tassotti**, A-6840 Götzens, Kalkofenweg 3a, **zum 60. Geburtstag** am 9. August 2007



Geboren am 9. August 1947 in Micheldorf/Kärnten, absolvierte Horst Tassotti nach der Pflichtschule die Gießereiausbildung an der damaligen HTL Wien X, Pernstorfergasse 81 und trat nach Ableistung des Wehrdienstes 1967 als Gießereiassistent bei Fa. König/Mahle in Rankweil/Vorarlberg ein. Seine praktische Ausbildung erfolgte in der Aluminiumgießerei im Bereich Kolben- und Zylinder. 1972 wurde ihm die Gesamtleitung der Gießerei mit über 70 Mitarbeitern übertragen, die er über 24 Jahre erfolgreich in-

nehatte. In dieser Zeit unterhielt er laufenden technologischen Erfahrungsaustausch mit Mahle/D und war auch mehrere Jahre für das WIFI Dornbirn und Innsbruck als Kursleiter für Aluminium-Werkstoff-Grundlagenschulungen tätig.

1997 wechselte Ing. Horst Tassotti nach Mexiko zur Fa. BOCAR um den Aufbau der Kokillengießerei, des Schmelzbetriebes und der Kermmacherei zu übernehmen.

1998 erfolgte sein Eintritt in die Fa. GIMA – Niederdruckguss Technologie, Göppingen/D, bei der er bis heute als Projekt-Manager weltweit tätig ist.

Mit April d.J. feiert Ing. Horst Tassotti somit auch sein 40-jähriges Berufsjubiläum.

Herrn **Dr.-Ing. Karl-Heinz Caspers**, D-90571 Schwaig, Steingartenweg 1, zum **75. Geburtstag** am 12. August 2007



Caspers stammt aus Oberhausen, absolvierte von 1947 bis 1950 eine Lehre als Lehmformer bei der Gutehoffnungshütte in Sterkrade in der 4. Generation seiner Familie und arbeitete bis 1954 im Großguss dieses Unternehmens als Lehmformer. Von 1955 bis 1958 folgte sein Gießereistudium in Duisburg. Danach trat Caspers ins Werk Nürnberg der MAN Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG ein, wo er bis 1964 als Abteilungsleiter tätig war und das Zementsand-Formverfahren einführte. Danach wechselte K.-H. Caspers zur Klöckner-Humboldt-Deutz AG in Köln und leitete bis 1968 Qualitätsstelle und Schmelzbetrieb für zwei Gießereien. Als Pionierleistung galt damals die Einführung des NF-Tiegelofens (15 t Fassungsvermögen) und die erstmalige Installation von Druckmessdosens sowie der thermischen Analyse. Danach kehrte er als Gießereileiter und Oberingenieur zur MAN zurück. Seit 1976 war er bei der heutigen MAN Nutzfahrzeuge AG, Nürnberg, als Hauptabteilungsleiter für die Warmbetriebe – Gießerei, Schmiede, Härterei und den Gesenk- und Modellbau – verantwortlich. Während dieser Zeit bei MAN wurden von Caspers 15 Erfindungen patentiert.

Karl-Heinz Caspers ist seit 1958 Mitglied des Vereins Deutscher Gießereifachleute VDG und hat sich zunehmend in der Gemeinschaftsarbeit in Landesgremien und Fachausschüssen in leitenden Positionen engagiert. Das Schmelzen des Gusseisens, die Impftechnik und die prozessintegrierte Qualitäts-

kontrolle und -sicherung beim Fahrzeugguss waren jedoch immer Schwerpunkte seines Wirkens. Mehr als 150 Veröffentlichungen, Fach- und Kongressvorträge im In- und Ausland tragen seinen Namen und haben ihn über die Landesgrenzen hinaus als exzellenten Fachmann bekannt gemacht.

1992 promovierte K.-H. Caspers mit einer Arbeit über den „Einfluss der Schmelzbedingungen im Kupolofen auf die Kristallisationsmerkmale des Gusseisens“ bei Prof. Dr. Ciril Pelhan an der Fakultät für Naturwissenschaften und Technologie, Fachbereich Metallurgie der Universität Ljubljana in Slowenien zum Doktor der Metallurgischen Wissenschaften.

Die Verleihung der Bernhard-Osann-Medaille 1988 und der Adolf-Ledebur-Denkmedaille 1997 waren verdiente Anerkennungen des Vereins Deutscher Gießereifachleute für einen seiner engagiertesten Ingenieure.

Im Ruhestand widmet sich der Jubilar nun besonders intensiv der Geschichte des Gießereiwesens.

Anfang 2002 ist Dr.-Ing. Karl Heinz Caspers auch geschätztes Mitglied des Vereins Österreichischer Gießereifachleute geworden.

Herrn **KR Mag. Heinrich Oberhuber**, MFL Maschinenfabrik Liezen u. Gießerei GmbH, A-8940 Liezen, Werkstraße 5, zum **60. Geburtstag** am 18. August 2007



Heinrich Oberhuber wurde am 16.08.1947 in Ardnning geboren. Nach Abschluss der HTL Mödling, Abteilung für Maschinenbau, begann seine berufliche Laufbahn 1967 als technischer Angestellter in der Arbeitsvorbereitung der VOEST Alpine Linz AG im Bereich Maschinenbau.

Nach dem Präsenzdienst erfolgte seine Überstellung in das Werk Liezen. 1969 ergriff er die Möglichkeit, an der Hochschule für Welthandel in Wien Betriebswirtschaft zu studieren. Danach war Mag. Heinrich Oberhuber als Sachbearbeiter für Einkauf und Materialwirtschaft in der VOEST ALPINE AG WIEN tätig.

Anfang 1975 kehrte Heinrich Oberhuber in seine Heimat nach Liezen zurück und stieg in der Folge bis zum heutigen Miteigentümer der Maschinenfabrik Liezen und Gießerei GesmbH auf.

1978 übernahm er die Leitung der Arbeitsvorbereitung Gießerei und Adjustage, 1986

die Leitung der gesamten Gießerei des Werkes Liezen. Ein Jahr später folgte die Erteilung der Prokura. 1992 übernahm er die Leitung des unternehmensweiten Vertriebs und Marketings der Maschinenfabrik Liezen GmbH und er wurde unter anderem Geschäftsführer der Maschinenfabrik Liezen Deutschland GmbH, Geschäftsführer der Maschinenfabrik Liezen Hungaria Kft., sowie Verwaltungsrat der Georg Fischer Verschleißtechnik AG, Schaffhauser/CH und der FDC Engineering AG Hinwil/CH.

Einer der schwersten Tage seines Berufslebens war der 18.11.1993, an dem sein Dienstverhältnis mit der Maschinenfabrik Liezen GesmbH einvernehmlich aufgelöst wurde.

Im November/Dezember 1994 haben Mag. Heinrich Oberhuber und zwei weitere Gesellschafter unter risikovollem Einsatz ihres Privatvermögens die Maschinenfabrik Liezen vor dem endgültigen Aus bewahrt.

Mit Anfang 1995 begann für Mag. Heinrich Oberhuber als Miteigentümer und Geschäftsführer der Maschinenfabrik Liezen und Gießerei GesmbH eine erfolgreiche Entwicklung zu einem Konzern mit Tochterfirmen, wie die Christian Pfeiffer Maschinenfabrik Beckum, Christian Pfeiffer Liezen, Mali GesmbH, Rabofsky und Partner, MFL-Cuttechnik, Rubbertec, und MFL Faserzement.

Am 12. April 2007 wurde Herrn Mag. Heinrich Oberhuber in Anerkennung seiner Verdienste um die österreichische Wirtschaft seitens der Republik Österreich der Titel „Kommerzialrat“ verliehen.

Zu ihrem 50. Geburtstag gratulieren wir:

Herrn **Franz Juwan**, A-9150 Bleiburg, Schilterndorf 51, am 4. Juli 2007

Herrn **Ing. Christian Aichinger**, A-3071 Böheimkirchen, Untergrafendorf 104, am 10. Juli 2007

Herrn **Dipl.-Ing. Gerhard Schindelbacher**, A-8793 Trofaiach, Windischbüchel 46, am 16. Juli 2007

Herrn **Ing. Dr. phil. Ernst Pernklau**, A-6060 Ampass, Ebenwald 14, am 28. Juli 2007

Herrn **Franz Kolenz**, A-3161 St. Veit/Gölsen, Wiesenfeld Neubau, am 3. August 2007

Herrn **Peter Jungbauer**, H-9023 Győr, Tihany ut. 64, am 7. August 2007

Herrn **Johann Kaiser**, A-3130 Herzogenburg, Gartenfreundegasse 31, am 10. August 2007

Herrn **Ing. Peter Schwarz**, A-1140 Wien, Linzerstraße 94/9, am 15. August 2007

Den Jubilaren ein herzliches Glückauf!

Wir trauern um

Herrn **Professor KR Dir.i.R. Dkfm. Ing. Dr. Franz Sigut**, A-3150 Wilhelmsburg, Grubtalsiedlung III/13, der am 5. April 2007 nach langer schwerer Krankheit im 88. Lebensjahr verstorben ist.

Franz Sigut wurde am 13. November 1919 als Sohn einer Industriellenfamilie in Baschka /Friedberg (Mährisch Schlesien) geboren. Die erbliche Belastung mit der Technik, insbesondere der des Gießereiwesens, aber auch mit betriebswirtschaftlichen Problemen des Unternehmertums prägte sowohl seinen Bildungsweg als auch seine spätere berufliche Laufbahn.

Nach dem Besuch des Realgymnasiums mit Matura und gleichzeitigem Abschluss einer Fachausbildung in der väterlichen Gießerei folgte das technische Studium an der Montanistischen Hochschule Příbram und an der Technischen Hochschule in Prag sowie das Lehramt an der Philosophischen Fakultät der Universität Wien und die kaufmännische Ausbildung an der Hochschule für Welthandel in Wien.

Ähnlich vielfältig verlief die berufliche Laufbahn des Verstorbenen, die mit der Funktion als Direktionsassistent bei der Böhmischo-mährischen Kolben-Danek und als wissenschaftliche Hilfskraft an der Technischen Hochschule in Prag begann. Es folgten leitende Funktionen als Direktor bei der Trofaiacher Eisen- & Stahlwerke AG, den Eisenwerken M. Schmid & Söhne und bei Schäffer & Budenberg Stahlwerk Ybbs. Als geschäftsführender Gesellschafter war er anschließend bei der Techna GmbH und bei der Schmid Eisen u. Metall GmbH tätig.

Für die von ihm geführten Unternehmen öffnete Dr. Franz Sigut damals die Märkte im Osten, insbesondere nach Bulgarien, Polen, Rumänien, Tschechien, Ungarn und in die Staaten der ehemaligen UdSSR.

Durch seine Initiative wurde die Erzeugung von Automobilguss aufgenommen und der Export, insbesondere in die BRD, eingeleitet. Aus dieser Zeit stammen einige Patente und mehrere Publikationen auf dem Gebiet des Gießereiwesens.

Seine vielseitige Tätigkeit in leitenden Positionen vermittelte dem Verstorbenen schon sehr früh zwei bedeutende Erkenntnisse: zum Ersten, dass die Gießerei-

fachleute sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene zusammenfinden müssen, um einen vertrauensvollen Erfahrungsaustausch und gesellschaftliche Kontakte zu pflegen, und zum Zweiten, dass die Gießereiindustrie verpflichtet ist, aktiven Umweltschutz zu betreiben.

So wurde Dr. Sigut Gründungsmitglied des 1951 ins Leben gerufenen Vereins Österreichischer Gießereifachleute VÖG, dann ab 1957 dessen langjähriger



* 13. 11. 1919

† 5. 4. 2007

Geschäftsführer und von 1975 bis 2001 Vorsitzender des Vereinsvorstandes. Als einer der ältesten Funktionäre des Fachverbandes der Gießereiindustrie gründete er den Fachnormenausschuss FNA Gießereiwesen, führte lange Zeit den betriebswirtschaftlichen Ausschuss sowie die Verhandlungen bei der paritätischen Kommission seit ihrer Gründung. Bis Mai 2001 leitete er den Umweltausschuss des Fachverbandes.

Dr. Franz Sigut war viele Jahre Vorstandsmitglied des CIATF, des Internationalen Komitees gießereitechnischer Vereinigungen und war an der Organisation des 28. Gießerei-Weltkongresses (GWK) in Wien 1961 maßgeblich beteiligt. Als CIATF-Präsident begleitete er den 34. GWK 1967 in Paris und war in der Folge lange Zeit im CIATF-Vorstand als Schatzmeister tätig.

Sein unermüdliches Engagement für den Umweltschutz brachte Dr. Sigut in die in-

ternationalen Kommissionen „Umweltschutz Gießereiindustrie“ des CIATF und „Umweltschutz“ des CAEF (die Vereinigung Europäischer Gießereiverbände) ein.

Von 1973 bis 2002 war Dr. Sigut Vorstandsmitglied des Vereins für praktische Gießereiforschung (Österr. Gießerei-Institut), seit 1992 auch dessen Ehrenmitglied.

Neben seinem beruflichen Engagement hat Dr. Sigut auch als Allgemein beeideter gerichtlich zertifizierter Sachverständiger und als Lehrbeauftragter an der Wirtschaftsuniversität Wien gewirkt. Über 25 Jahre hat er als Chefredakteur bis 2001 die GIESSEREI RUNDSCHAU gestaltet.

Gemeinsam mit dem damaligen VDG/DGV-Präsidenten Dipl.-Ing. Eberhard Möllmann hat Dr. F. Sigut 1992 die „Hexagonale“, eine Arbeitsgemeinschaft der Gießer aus Deutschland, Österreich und unseren östlichen Nachbarländern ins Leben gerufen, ein Forum, das sich seither eigenständig unter der Bezeichnung MEGI (Mitteleuropäische Gießereinitiative) mit Themen praktischer Aufbauhilfen für die Reformländer und mit Erfahrungsaustausch befasst.

Für seine erfolgreiche vielseitige Tätigkeit sind Dr. F. Sigut zahlreiche internationale und österreichische Auszeichnungen zu Teil geworden: darunter das Goldene Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich, das österreichische Ehrenkreuz für Wissenschaft und Kunst, die Ehrenmitgliedschaften der Deutschen (VDG), Slowenischen (DLS), Slowakischen, Tschechischen und Ungarischen Gießereivereinigungen. Am 25. Oktober 2001 verlieh der österreichische Bundespräsident Herrn Dr. Franz Sigut den Berufstitel Professor und am 7. Dezember des gleichen Jahres wurde ihm vom Ministerpräsidenten des Landes Sachsen-Anhalt das Deutsche Bundesverdienstkreuz am Bande überreicht.

Professor KR Dir.i.R. Dkfm. Ing. Dr. Franz Sigut war Gründungsmitglied (1951) des Vereins Österreichischer Gießereifachleute und seit 2001 auch Ehrenvorsitzender des VÖG.

Er wurde am 18. April 2007 im engsten Familienkreis auf dem Neustifter Friedhof in Wien zur letzten Ruhe beigesetzt.

**Wir sind dem Verstorbenen zu großem Dank verpflichtet
und werden ihm stets ein ehrendes Gedenken bewahren!**

Bücher und Medien



**Bücher &
Medien**

GIesserei Jahrbuch 2007



Herausgegeben vom Verein Deutscher Gießereifachleute gemeinsam mit dem Deutschen Gießereiverband und dem Gesamtverband Deutscher Metallgießereien. Giesserei Verlag, Düsseldorf 2006. 14,8 x 21,0 cm. 2 Bände, ca. 870 Seiten. Die 2 Bände sind nur zusammen erhältlich bei Giesserei Verlag GmbH, D 40237 Düsseldorf, Sohnstraße 65, Tel.: +49 (0)211 6707 551, Fax: +49 (0)211 6707 517. E-mail: barbara.keisker@stahleisen.de.

Preis: € 15,50 für persönliche VDG/DFB-Mitglieder. € 31,- für Nichtmitglieder (jeweils zuzüglich Versandkosten).

Inhalt: Band I/Teil 1: Kalendarium 2007 / Allgemeines / Eisen- und Stahlguss / Leichtmetallguss / Kupfer-Gusswerkstoffe / Druckguss / Fertigungsverfahren und -einrichtungen / Arbeits- und Umweltschutz / Betriebstechnik und Arbeitsorganisation / Berufsausbildung und Weiterbildung / Forschungsförderung / Fachinformationen für das Gießereiwesen / Statistik der Gießereiindustrie / Gießereiorganisationen in der BRD / Gießereiorganisationen in aller Welt / Internationale Gießereiorganisationen / Forschungs- und Ausbildungsstätten des Gießereiwesens in Deutschland / Normenausschüsse / Weitere Organisationen / Band I/Teil 2: VDG u. IfG / Mitgliederverzeichnis / Stichwortverzeichnis

Band 2: Alphabetisches Firmen- u. Stichwortverzeichnis / Anzeigen / Bezugsquellen: Gießereianlagen u. Einrichtungen / Schmelzanlagen u. -einrichtungen / Feuerfesttechnik / Nichtmetallische Rohstoffe u. Hilfsstoffe f.d. Schmelzbetrieb / Metallische Einsatzstoffe / Anlagen und Maschinen zur Form- u. Kernherstellung / Formstoffe / Sandaufbereitung u. Regenerierung / Formereibedarf / Anschnitt- u. Speisertechnik / Gießmaschinen u. Einrichtungen / Ausleeren, Putzen, Rohgussnachbehandlung / Oberflächenbehandlung.

Gießtechnik im Motorenbau – Anforderungen der Automobilindustrie



VDI-Berichte Nr. 1949 der 4. VDI-Tagung „Gießtechnik im Motorenbau“ am 6./7.2.2007 in Magdeburg, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 2007, 252 Seiten, 189 Bilder u. 10 Tabellen, ISBN 978-3-18-091949-2, Preis € 58,-, VDI-Mit-

glieder € 52,20,-.

Bezugsadresse: VDI-Verlag Vertriebsabwicklung, Postf. 10 10 54, D-4001 Düsseldorf, Tel.: +49 (0)211 6188 445, www.vdi-literatur.de

Die Vorträge und die Ausstellung der im zweijährigen Turnus stattfindenden Tagung widmen sich den Neuentwicklungen inklusive der neuen virtuellen Produktentstehungsprozesse, der Fertigungstechnik und der Qualitätssicherung sowie den Entwicklungstrends.

Der Berichtsband ist ein nichtredigierter Manuskriptdruck der auf der Tagung gehaltenen 18 Vorträge:

S. Bülow: Fertigungs- u. Montagestrategien für den Fahrzeugbau am Beispiel der Porsche Leipzig GmbH / Th. Uhr: Baukasten für Aluminium-Kurbelgehäuse / P. Krug u. M.: DISPAL Zylinderlaufbuchsen für Sandguss-Kurbelgehäuse – Hochleistungsbauteile auf Aluminiumbasis / A. Velichko u. M.: Neue Möglichkeiten der objektiven Grafitklassifizierung in Gusseisen durch NanoTomographie und internetbasierte Online-Verfahren / J. Hadler u. M.: Werkstofflösungen für Zylinderkurbelgehäuse von VW-Dieselmotoren sowie die mechanische und korrosive Beanspruchbarkeit von Werkstoffen für Al-Zylinderköpfe / R. Viets u. M.: Berechenbarer Guss im Motorenbau AHM. Serienreife Gussentwicklung bei AUDI Hungaria Motor Kft. / B. Hornig-Vorbau u. M.: Kosteneinsparpotentiale durch die Verringerung der Wärmebehandlung von Al-Gussstücken durch den gezielten Einsatz von Legierungselementen / H.-Ch. Saewert u. M.: Wechselbeziehungen zwischen den Anforderungen an Al-Gussteile und der Entwicklung von Gießverfahren – das NEMAK Dynamic Casting System (NDSC) / H. Smetan: Zukunftsweisen der Motorenleichtbau im Spannungsfeld der Gießverfahren und Werkstoffe / S. Beer u. M.: Zukunftstechnologie für höchstbelastete Druckgussmotoren aus Aluminium / D. Radebach u. M.: Randschichtmetallurgie hochfester Werkstoffe – Downsizing erfordert gute Bearbeitbarkeit in den Zylinderläufen / H. Stanef u. M.: Heiße Lösung – Edelstahl

für Lader / S. Knirsch: Der neue 6-Zylinder-Boxermotor mit variabler Abgasturboaufladung – anspruchsvolle Gussbauteile für einen Hochleistungsottomotor / A. Tanihata u. M.: High-strength Aluminium Alloy for Automobile Piston using High Pressure Die Casting / U. Gutzer u. M.: Entwicklung einer leichten und reiboptimalen Gusskurbelwelle für Ottomotoren / S. Vajna: Dynamische Prozessnavigation – flexibles Managen von Prozessen und Projekten in der Produktentwicklung / R. Krebs: Zukünftige Antriebskonzepte zur Sicherung nachhaltiger Mobilität / R. Bähr u. M.: Simulation von Bauteileigenschaften unter besonderer Berücksichtigung der Wärmebehandlungsparameter

Guss im konstruktiven Ingenieurbau – Bauteile aus Eisen- u. Aluminiumwerkstoffen in Tragwerken



Von G. Steidl, Schweißtechnische Praxis Band 33, 2006, 160 Seiten, 134 Bilder, 56 Tabellen, ISBN: 978-3-87155-548-0, Preis: € 29,81.

Konstruktive Ingenieurbauten sind Tragwerke, die auf der Grundlage von Ingenieurmethoden entworfen, bemessen und ausgeführt werden. Ihre Gebrauchstauglichkeit und Sicherheit müssen den bau-rechtlich vorgeschriebenen Mindestanforderungen genügen. An Stellen mit komplexer Gestalt und besonderer Beanspruchung kommen bei derartigen Konstruktionen Gussstücke zur Anwendung. Dieses Buch versucht aus den Bereichen der Tragwerksplanung und Bemessung sowie der Gussstückherstellung notwendige Kenntnisse und praktische Handlungsanweisungen zu vermitteln. Damit soll das gegenseitige Verständnis der Gussstückhersteller und der am Bau Beteiligten gefördert werden.

Inhalt: Einführung / Arten u. Eigenschaften von Gusswerkstoffen / Verfahren zur Herstellung von Gussstücken / Bemessung, Gestaltung u. Beschaffung / Qualitätssicherung / Schweißen von Gusswerkstoffen / Anwendungsbeispiele / Schrifttum.

Metallurgy and Processing of High-Integrity Light Metal Pressure Castings

(Metallurgie und Verfahrenstechnologie für druckunterstützten Leichtmetallguss mit hoher Funktionsintegrität)



Von Priv. Doz. Dr. Helmut Kaufmann und Prof. Dr. Peter J. Uggowitzer, Fachverlag Schiele u. Schön GmbH, Berlin, 2007, Format 24,5 x 17,5 cm, gebunden, 274 Seiten, in englischer Sprache, ISBN 978-3-7949-0754-0, Preis 128,00 EUR.

In modernen Gießereien werden heutzutage technisch ausgeklügelte Gießanlagen wie Druckgießmaschinen mit Shot-Control, vertikale Squeeze Casting-Anlagen und unterschiedlichste Semi-solid Gießmaschinen verwendet. Dennoch führen ständig steigende technische Anforderungen und erhöhte Bauteilkomplexität dazu, dass Prozessstabilität, Gießbarkeit und Ausschussreduktion permanente Betätigungsfelder für den Gießereifachmann sind. Die Gussteile sollten oft gleichzeitig leicht, fest, duktil, schweißbar, wärmebehandelbar und druckdicht sein. Um diese Anforderungen zu erfüllen und kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserungen zu erreichen, ist eine Betrachtung der gesamten Prozesskette unabdingbar. Dabei spielt aktuelles Wissen aus der Werkstoffforschung eine wichtige Rolle.

Der Inhalt dieses Buches enthält gerade diesen Prozesskettenansatz. Ergänzend zu den Grundlagen des Druckgießens wird der Einfluss von Schmelzequalität, Legierungszusam-

mensetzung, Formfüllbedingungen sowie nachfolgende Wärmebehandlung systematisch behandelt. Prozessparameter, welche die Prozessstabilität und die Produktivität beeinflussen, werden ebenfalls diskutiert.

ÖSTERREICHS INDUSTRIE KENNZAHLEN 2006



Herausgeber: Bundessparte Industrie der Wirtschaftskammer Österreich, Wien, September 2006, 48 Seiten, <http://wko.at/industrie>

Die Bundessparte Industrie hat in diesem Heft aus den unterschiedlichsten statistischen Erhebungen, wie aus der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, der Außenhandels- und der Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich, ergänzt mit Daten des WIFO und des Hauptverbandes der Sozialversicherungsträger, die wesentlichsten industrierelevanten Daten und Fakten für die Industriebetriebe erarbeitet. Eine wertvolle Hilfestellung bei der Vorbereitung industriepolitischer Entscheidungen.

men, wie aus der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, der Außenhandels- und der Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich, ergänzt mit Daten des WIFO und des Hauptverbandes der Sozialversicherungsträger, die wesentlichsten industrierelevanten Daten und Fakten für die Industriebetriebe erarbeitet. Eine wertvolle Hilfestellung bei der Vorbereitung industriepolitischer Entscheidungen.

WIRTSCHAFTSGRAFIK 2006 – ein statistischer Rückblick

Service GmbH der Wirtschaftskammer Österreich, Wien, Jänner 2007, 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 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: msservice@wko.at

CHINA METAL MAGAZINE



Das monatliche englischsprachige Informationsjournal ist ein Fenster zu rd. 60.000 Industriebetrieben im Metallbereich: Gießereien, Formen und Schmieden, Blechherstellung, Kokillen und Werkzeugbau, Wärmebehandlung, Oberflächenbehandlung, Messverfahren und Qualitätssicherung. Zugang über das Internet: www.china-magazine.com

Technology for clean air.



Absaugung

Entstaubung

Gasreinigung

Wertstoffrückgewinnung

Hohe Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit: www.scheuch.com



Hohe Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit

Die maßgeschneiderten Absaug- und Entstaubungsanlagen von Scheuch bieten hohe Abscheidgrade, höchste Verfügbarkeit sowie niedrige Investitions- und Betriebskosten. Gemeinsam mit unseren Kunden optimieren wir bewährte Systeme und entwickeln neue, innovative Technologien. Profitieren auch Sie von unserem Know-how!



Scheuch GmbH Weierfing 68 A-4971 Auroldmünster Tel: +43/7752/905-0 Fax: -370 office@scheuch.com www.scheuch.com



"Alles in Stahl"

- automotive Gussteile**
- hitzebeständige Gussteile**
- Mühlenauskleidungen**
- Container-Eckbeschläge**
- kundenindividuelle Gussteile**



Maschinenfabrik Liezen und Gießerei Ges.m.b.H.
Werkstraße 5
A-8940 Liezen
Tel.: +43 3612/270-0
Fax: +43 3612/270-592
E-Mail: foundry@mfl.at
www.mfl.at

