

# Giesserei Rundschau

**MASTERS  
OF THE  
FOUNDRY  
WORLD**



[WWW.FILL.CO.AT](http://WWW.FILL.CO.AT)

GIFA 2015  
DÜSSELDORF  
HALL 16  
STAND A25



**BORBET**  
Austria

Ein Unternehmen der BORBET-Gruppe



**Innovative Technologie,  
Individuelle Designs.**



**BORBET Austria GmbH**

Lamprechtshausener Bundesstraße 77

5282 Ranshofen

T: +43(0)7722/884-0 • E: office@borbet-austria.at

www.borbet-austria.at



Innovativer Partner der Automobilindustrie

**voxeljet**  
SERVICES

always a layer ahead



**Sandguss leicht gemacht**

3D-Druck von Sandkernen und Formpaketen für eine schnelle, kostengünstige und werkzeuglose Herstellung Ihrer Gussteile

Kontaktieren Sie uns und überzeugen Sie sich von der Qualität und den Vorteilen unserer Formen.

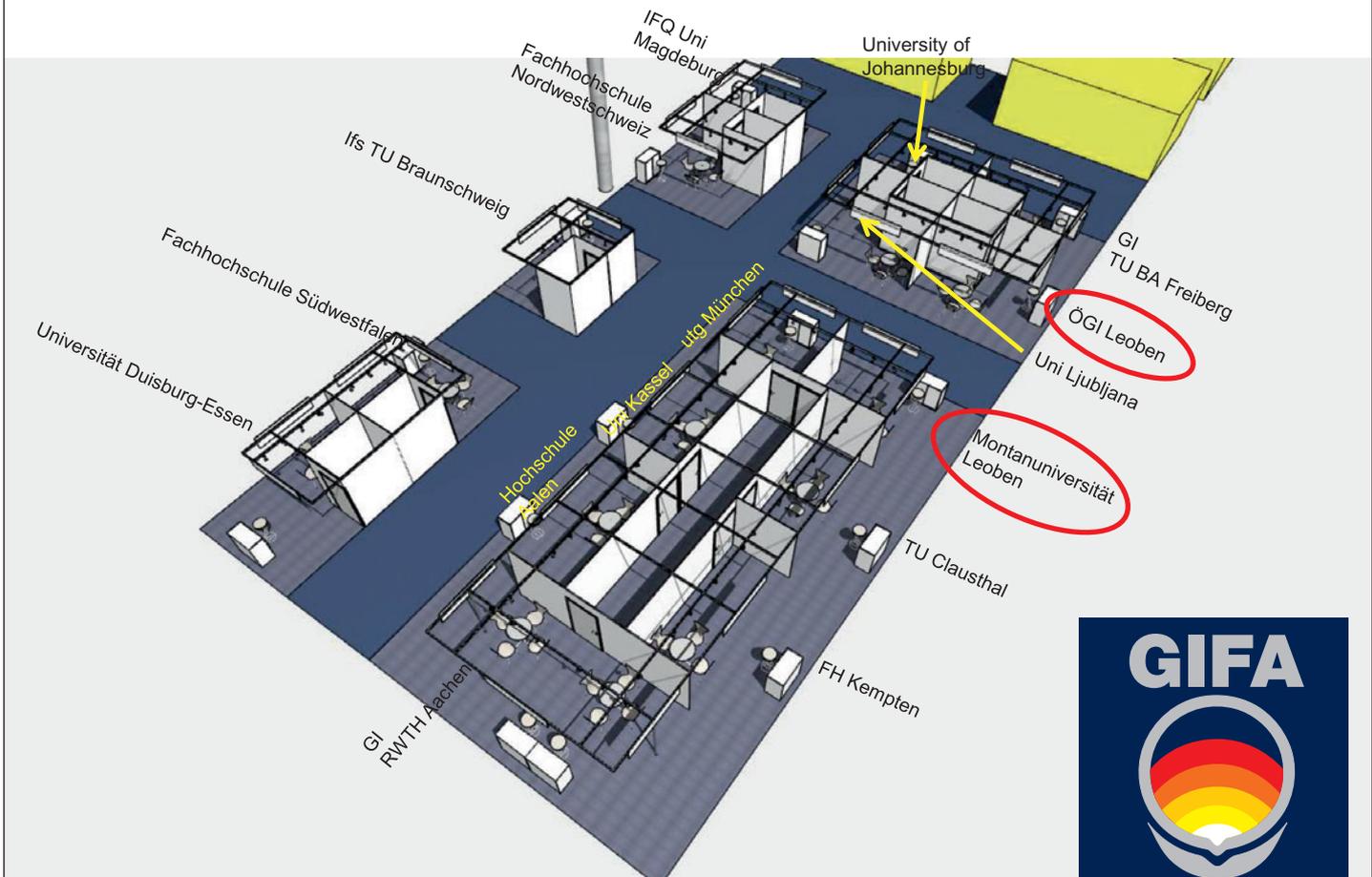
**voxeljet services**

parts@voxeljet.de www.voxeljet.com

+49.821.74 83 100



## Instituteschau zur GIFA 2015 – Stand Nr. 13 C 20 - Standverteilung



## Impressum

### Herausgeber:

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

### Verlag Strohmayer KG

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

### Chefredakteur:

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

### Redaktionsbeirat:

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

### Anzeigenleitung:

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

### Abonnementverwaltung:

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

### Bankverbindung des Verlages:

IBAN: AT 60 6000000 51 00 64259  
BIC: OPSKATWW  
UID-Nr: ATU 653 19 513

### Jahresabonnement:

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

### Druck:

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

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

Offenlegung nach § 25 Mediengesetz  
siehe www.voeg.at

# VOEG Giesserei Rundschau

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

## INHALT

**Das oberösterreichische Maschinenbau-  
unternehmen Fill** gilt als Innovationsführer für  
Maschinen und Anlagen für Aluminium- und Eisen-  
gießereien und komponiert die international besten  
Lösungen.

Die Superhelden von Fill sind das perfekte Team für  
den gesamten Gießereiprozess – vom Gießen, Küh-  
len, Entkernen, Vorbearbeiten, Testen bis zur End-  
bearbeitung. Im harten Gießereialtag beweisen sie  
sich tagtäglich aufs Neue.

Beeindruckende Zahlen bestätigen die Kompetenz  
von Fill: 20 Mio. Zylinderköpfe, 300 Mio. Fahrwerk-  
teile und 60 Mio. Räder werden jährlich auf An-  
lagen von Fill produziert.

Fill your future

[www.fill.co.at](http://www.fill.co.at)



### BEITRÄGE

**106** ➔ **Intelligente Prozesssteuerung  
in Gießereien**

**122** ➔ **Rohrförmige Hochleistungsfilter in Schaumkeramik  
für die Gießereindustrie**

**132** ➔ **Superhelden der Gießereiwelt**

**136** ➔ **Optische Prüfung von Druckgussteilen**

### TAGUNGEN/ SEMINARE/MESSEN

**138** Rückblick auf die Österreichische Gießerei-Tagung  
Leoben

**154** Die WFO auf der GIFA

**156** Veranstaltungskalender

### AKTUELLES

**158** Firmennachrichten

### VÖG-VEREINSNACHRICHTEN

**165** Vereinsnachrichten  
Personalia

# Intelligente Prozesssteuerung in Gießereien

*Intelligent Process Control in Foundries*



**Dr.-Ing. Muhammad Saleem,**  
1995 Studienabschluss mit M.Sc. Mathematik, Universität der Punjab, Pakistan, danach Mathematik-Lehrer in Islamabad/PK und Abu Dhabi/VAE. Ab 2002 Wiss. Hilfskraft Universität Duisburg-Essen mit Studienabschluss M.Sc. Informations- und Kommunikationstechnik 2006. 2007 bis 2009 Wiss. Mitarbeiter an der Universität der Bundeswehr München mit Promotion 2011. Seit 2010 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Mathematik für Ingenieure an der Universität Duisburg-Essen.

**Dr. rer. nat. Saadia Malik**

nach Studienabschluss 1999 mit M.Sc. Informatik an der Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan, tätig als System Analyst und Software Engineer in Islamabad, danach Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Duisburg-Essen mit Promotion 2009. Von 2010 bis 2012 Wiss. Mitarbeiterin an der Hochschule Kempten, seither Wiss. Mitarbeiterin am Lehrstuhl Mathematik für Ingenieure der Universität Duisburg-Essen.



**Prof. Dr. rer. nat. Johannes Gottschling,**  
1980 bis 1985 Studium der Mathematik und Philosophie an der Ruhr-Universität-Bochum (RUB) mit Diplomprüfung Mathematik (1985) und Promotion an der Fakultät für Mathematik der RUB (1986). 1987 bis 1992 Datenbankadministrator bei der Hüls AG. Seit Oktober 1992 Vorstand des Lehrstuhls Mathematik für Ingenieure an der Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Institut für Technologien der Metalle (itm) der Universität Duisburg-Essen.



**Prof. Dr.-Ing. Dierk Hartmann,**  
nach Studium der Giessereitechnik an der RWTH Aachen Promotion bei Prof. Engler am Giesserei Institut der RWTH Aachen, anschließend 1989 bis 1993 Degussa AG, Hanau und Schwäbische Hüttenwerke, Königsbronn, in Entwicklung und Qualitätssicherung. 1993 bis 1999 Professur für Metallkunde und Werkstofftechnik der Stähle an der Gerhard Mercator Universität Duisburg. 1999 bis 2001 Geschäftsführer der EFU-Gesellschaft für Ur- u. Umformtechnik in Simmerath, 2002 bis 2005 Geschäftsführer am Institut für Gießereitechnik gGmbH und IfG Service GmbH, Düsseldorf. Seit 2006 Professur für Fertigungstechnik-Urformen/Gießereitechnik sowie für Werkstofftechnik an der Hochschule für angewandte Wissenschaften in Kempten/D.

**Dr.-Ing. Heiko Gemming,**

1979 bis 1987 Studium der Elektrotechnik, Studienrichtung Nachrichtentechnik, an der Universität-Gesamthochschule Duisburg. Danach bis 1995 Entwicklung von Produktionsplanungs- und Prozessüberwachungssystemen bei der Gesellschaft für Mess- und Informationstechnik, Mettmann. 1996 bis 2002 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Gerhard-Mercator-Universität-Gesamthochschule Duisburg, mit Promotion im Fachgebiet Gießereitechnik an der TU Bergakademie Freiberg. Seit 2002 Softwareentwickler, Eidologic GmbH, Recklinghausen.

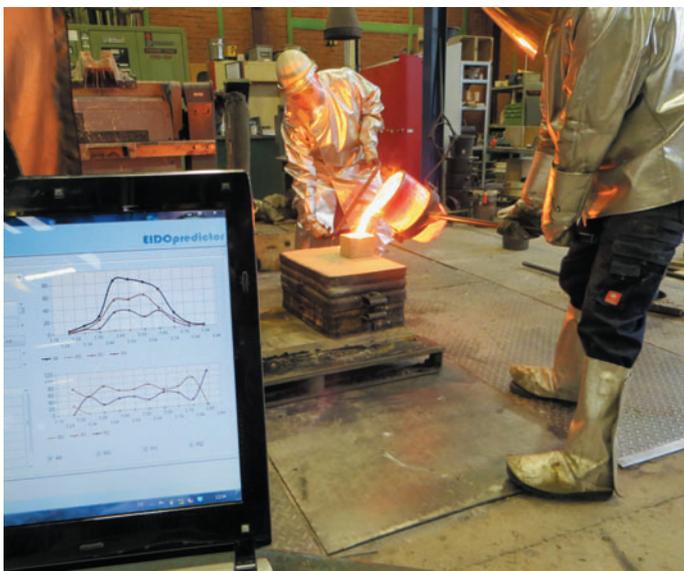


**Schlüsselwörter:** Industrie 4.0, Prozesssteuerung (intelligente), Prozessoptimierung, Predictive Computing, Maschinelles Lernen, Data Mining, EIDominer

## Kurzfassung

In Gießereien haben viele Parameter Einfluss auf die Qualität des späteren Gussteils. Bei einer solchen Vielzahl von Einflussgrößen sind das eindeutige und schnelle Erkennen von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen und das Erarbeiten von optimalen Prozessfenstern zur Vermeidung von Fehlern in vielen Fällen äußerst schwierig. Neben den häufig komplexen Interkorrelationen vieler prozess- und damit qualitätsbestimmender Kennwerte gibt es auch Probleme bei der Erfassung erforderlicher Prozesskennwerte und damit bei der Verfügbarkeit geeigneter Daten; z.B.

In Giessereien beeinflusst eine Vielzahl von Parametern mit deren Wechselwirkungen die Qualität der Gussteile. Eine neue Software ermöglicht eine umfassende Analyse und Aufbereitung dieser Daten.  
Foto: Universität Duisburg-Essen



\*) Nachdruck aus GIESSEREI 100(2013) Nr. 11, S. 32/45 mit freundlicher Zustimmung der Redaktion.

sind in einem Datenpool zu wenig Datensätze vorhanden, bei denen Qualitätskriterien nicht erreicht wurden, die Daten sind verrauscht, es fehlen nicht gemessene Einflussparameter oder Prozesskennwerte, die nahe beieinander liegen, haben starke Abweichungen bezüglich dieser Qualitätskriterien.

Um solche Probleme zu lösen, wird im Rahmen des Industrieverbundvorhabens IPRO, basierend auf Methoden des maschinellen Lernens, eine neue Software entwickelt, die eine umfassende Analyse und Aufbereitung der Daten durchführt, bevor diese als Input an die Prognosewerkzeuge übergeben werden. Mit einer solchen Software soll die Qualität der Gussprodukte in einem Stadium vorhersagt werden, in dem der Prozess noch beeinflusst werden kann.

Im vorliegenden Beitrag wird die Analysesoftware **EIDominer** beschrieben, die durch intelligente Prozessdatenauswertung eine optimierte Parameterauswahl eines Produktionsprozesses dynamisch unterstützt.

Kern dieser Software ist der „Intelligente Analyse-Manager“ (IAM), mit dem im Fall einer geeigneten Datenbasis ursächliche Zusammenhänge zwischen Fehlerbildern und den auslösenden Prozessparametern erkannt und optimierte Prozessfenster gefunden werden können. Ein Vorteil des IAM liegt nun darin, dass nicht nur eine Analysemethode des maschinellen Lernens zur Auswertung der zuvor im Präprozessor aufbereiteten Messdaten benutzt wird, sondern eine Vielzahl solcher Methoden, die in einer sogenannten *Functionbox* zusammengefasst sind. Dadurch können die problemspezifischen Stärken jedes Analysewerkzeuges genutzt, sowie deren Schwächen im vorliegenden Produktionsprozess erkannt werden.

Die schwächeren Softwarewerkzeuge, also diejenigen, die die Qualitätskennwerte eines vorliegenden Prozesses nicht gut genug prognostizieren können, werden abgeschaltet. Der IAM kommuniziert mit der speziell für Gießereiprozesse entwickelten Relationalen Datenbank *EIDOfsdb* (*fsdb* – foundry standard database) und dem wissensbasierten System *EIDowiba*. Die Aufgabe der *EIDowiba* ist es, in jedem Schritt die effizientesten Parameterwerte an den Produktionsprozess weiter zu geben. Mit diesem Werkzeug wird eine völlig neuartige Qualität der Prozesssteuerung in Gießereien und auch in anderen Fertigungen möglich.

## Einleitung

In keinem anderen europäischen Land werden mehr Gusserzeugnisse produziert als in Deutschland. Die Branche beschäftigt in rund 600 Eisen-, Stahl- und Nichteisenmetallgießereien etwa 87.000 Mitarbeiter. Die Gießereiindustrie ist überwiegend mittelständisch strukturiert. Die wirtschaftliche Bedeutung der Branche ist aufgrund ihrer klassischen Zulieferfunktion sehr groß [1]. Zu ihren Hauptabnehmern zählen vorrangig die Automobilindustrie und der Maschinenbau. Aus dieser führenden Stellung heraus müssen sich die Gießereien einem immer stärker werdenden Wettbewerb – insbesondere aus den sich technisch ständig weiterentwickelnden BRIC-Ländern – stellen. Eine der wesentlichen Überlebensstrategien der deutschen Gießereibranche ist die ständige Weiterentwicklung entscheidender

Wettbewerbsvorteile entlang der Wertschöpfungskette: Hoher Qualitätsstandard der Produkte und Prozesse, ein großes Maß an Flexibilität bei gleichzeitiger Liefersicherheit und hoher Produktivität, fundiertes Know-how und hohe Innovationsfähigkeit sowie eine hohe Kompetenz in der Produktentwicklung.

Die Aufgabe, diese Position im globalen Kontext zu sichern, auszubauen und die damit zwangsläufig einhergehenden technischen, ökonomischen und ökologischen Qualitätsanforderungen zu erfüllen macht es dringend erforderlich, die entsprechenden Fertigungsprozesse in jeder Hinsicht effizient und in möglichst engen Grenzen stabil zu regeln. Die Entwicklung innovativer Produktionsregelungssysteme ist deshalb einer der wesentlichen, dringend erforderlichen Forschungsschwerpunkte der deutschen Gießerei-Industrie. Dynamisches Reagieren auf individuelle und sich schnell ändernde Produkthanforderungen und Prozesssituationen sowie eine effiziente und verlässliche Selbstoptimierung und -konfiguration des Gesamtprozesses sind unabdingbare Forderungen an die Gießereifertigung der Zukunft [2–5], die wegen der Vielzahl von verketteten und interaktiv wirksamen Teilprozessen extrem komplex ist.

Derzeitige Gießereifertigungen werden standardmäßig statisch gesteuert, eine intelligente Vernetzung der Teilprozesse fehlt. Damit können die Anforderungen an eine stabile und robuste Regelung des Gesamtprozesses nicht erfüllt werden. Insbesondere können wechselseitige, multivariate Abhängigkeiten und Wirkungsweisen dabei nicht berücksichtigt werden. Für Gießereifertigungen gibt es bisher noch keine Lösungen, um Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge im Detail prozessübergreifend zu erkennen. Damit fehlt auch die Möglichkeit, das Prozessverhalten, in Abhängigkeit des aktuellen Prozesszustandes, in Echtzeit zu regeln. Es fehlen also Werkzeuge, die auf der Grundlage von selbstlernenden und -optimierenden Methoden das Gesamtfertigungssystem Gießerei automatisch regeln.

## Stand der Technik

Erste Ansätze, intelligente Werkzeuge für die Steuerung von Prozessen sowie die Ermittlung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen in komplexeren Fertigungssystemen zu entwickeln, gab es bereits in den 1980er Jahren. Für die metallverarbeitende Industrie war es die Stahlverarbeitung, die sich vor allem mit intelligenter Ursache-Wirkungs-Analyse, z. B. im Rahmen der Gefüge- und Eigenschaftsbildung [6], sowie der Regelung von einzelnen Teilprozessen, wie Hochofen- und Kaltwalzprozess, beschäftigte [7, 8]. Nur wenige dieser Entwicklungen fanden tatsächlich Anwendung und sind auch heute noch im Einsatz. Im Projekt „Aeneas – Anwendung und Entwicklung neuronaler Verfahren zur autonomen Prozesssteuerung“, wurden zur Prozesssteuerung analytische bzw. statistische Modelle mit Neuronalen Netzen kombiniert [8]. Durch die Anwendung dieses Systems konnten wesentliche Ressourceneinsparungen im Produktionsprozess eines Walzwerks erzielt werden [7].

Die Voest-Alpine Industrieanlagenbau GmbH, Linz, Österreich, entwickelte und installierte bereits im Jahre 1992 ein erstes beratendes Expertensystem [9]. Die-

ses System wurde unter Beteiligung von Siemens zu einem Closed Loop-Expertensystem mit der Bezeichnung *VAiron* weiterentwickelt, welches Teilbereiche des Hochofens vollautomatisch steuern kann. Zentrale Prozessparameter werden ohne Überprüfung durch eine Person an den Prozess gegeben. Das System verknüpft ein Expertensystem mit Neuronalen Netzen [10–12]. Inzwischen hat sich das System in der Branche voll etabliert. Expertensysteme sind heutzutage ein gebräuchliches Werkzeug zur Unterstützung des Hochofenpersonals [12].

In den 1980er Jahren begann die Entwicklung derartiger Systeme für Gießereiprozesse zunächst mit der Entwicklung von wissensbasierten Systemen. Im Wesentlichen unterstützen sie die Dateninterpretation:

- zur Auswertung verschiedener Produktionsparameter zur Optimierung des Produktionsausstoßes,
- zur Diagnose,
- zur Analyse und Bewertung von Gussfehlern, der Überwachung des aktuellen Verhaltens von Systemen im Vergleich zum erwarteten Verhalten,
- bei der Formstoffaufbereitung, der Planung (z. B. zur Planung der Produktion) und der Konstruktion (z. B. Gussteilkonstruktion) [13].

Allererste Beispiele für regelbasierte Systeme – ausschließlich zur nachträglichen Gussfehleranalyse – sind das im Jahr 1989 entwickelte System „*Defchar*“ [14] sowie das im Jahr 1994 entwickelte System „*Modcas*“ [15]. Ein System zur Unterstützung der Gussteilkonstruktion wurde von der University of Minnesota, Minneapolis, MN, USA, im Jahr 1994 entwickelt [16]. Ein wissensbasiertes System zur Unterstützung der Produktionsplanung in Gießereien entstand an der RWTH Aachen [17, 18]. In diesem System wurde Fuzzy-Logik zur Berücksichtigung unscharfen Wissens implementiert.

Über die reine Fehleranalyse hinaus wurden verschiedene Systeme zur Steuerung von einzelnen Teilprozessen einer Gießereigesamtfertigung entwickelt.

Diese konzentrierten sich besonders auf den Bereich Schmelzprozess. In den 1990er Jahren wurden Systeme zur wissensbasierten metallurgischen Führung von Kupolöfen und Induktionsschmelzöfen vorgestellt [19–21]. An der Tennessee Technological University, Cookeville, TN, USA, wurde im Jahre 2005 ebenfalls ein System zur Steuerung von Kupolöfen entwickelt. In diesem System wurde auch Fuzzy-Logik implementiert [22]. All diese Entwicklungen konnten sich jedoch nicht in der Anwendung etablieren. Gründe dafür liegen einerseits in dem hohen Wartungsaufwand, der sich durch die notwendige ständige Anpassung und das Neuformulieren sehr vieler unübersichtlich strukturierter Regeln sowie die nur statisch enthaltenen Prozessgrenzen ergibt [23]. Zum anderen sind derartige Werkzeuge nicht selbstlernend – die Regeln in einem solchen System müssen regelmäßig an die Prozessveränderungen und damit an veränderte Prozessgrenzen angepasst werden.

Erst mit der Anwendung von Data-Mining-Methoden, die Wissen aus Daten extrahieren [24], wird es möglich, dynamische und selbstoptimierende Systeme zu entwickeln. Data-Mining-Methoden wurden im Gießereibereich zum Erlernen von Prozesszusammenhängen entwickelt. Ein System für die Prozessdatenanalyse von Formstoffkreisläufen wird in [25] vorgestellt. Die hier verwendeten Fuzzy Neuronale Netze sind aber nur sehr begrenzt in der Lage, belastbare Analyseergebnisse und Vorhersagen zu machen (interne Mitteilung Gebr. Kemper GmbH & Co. KG).

Bei der BMW-Motorengießerei in Landshut werden historische Prozessdaten mit Entscheidungsbäumen analysiert, um nachträglich Gründe zu erkennen, warum ein Teil oder eine Produktionsserie fehlerhaft sind [26]. Das Einstellen der Analysewerkzeuge sowie das Bewerten der Ergebnisse werden von Ingenieuren durchgeführt. Gefundene Zusammenhänge werden in Form neuer Prozessgrenzen im Prozess berücksichtigt. Der Vorteil dieses Systems liegt in der Erkennung multivarianter Prozesszusammenhänge. Optimale Prozessfenster müssen manuell von den Betriebsingenieuren aus den Entscheidungsbäumen herausgelesen werden

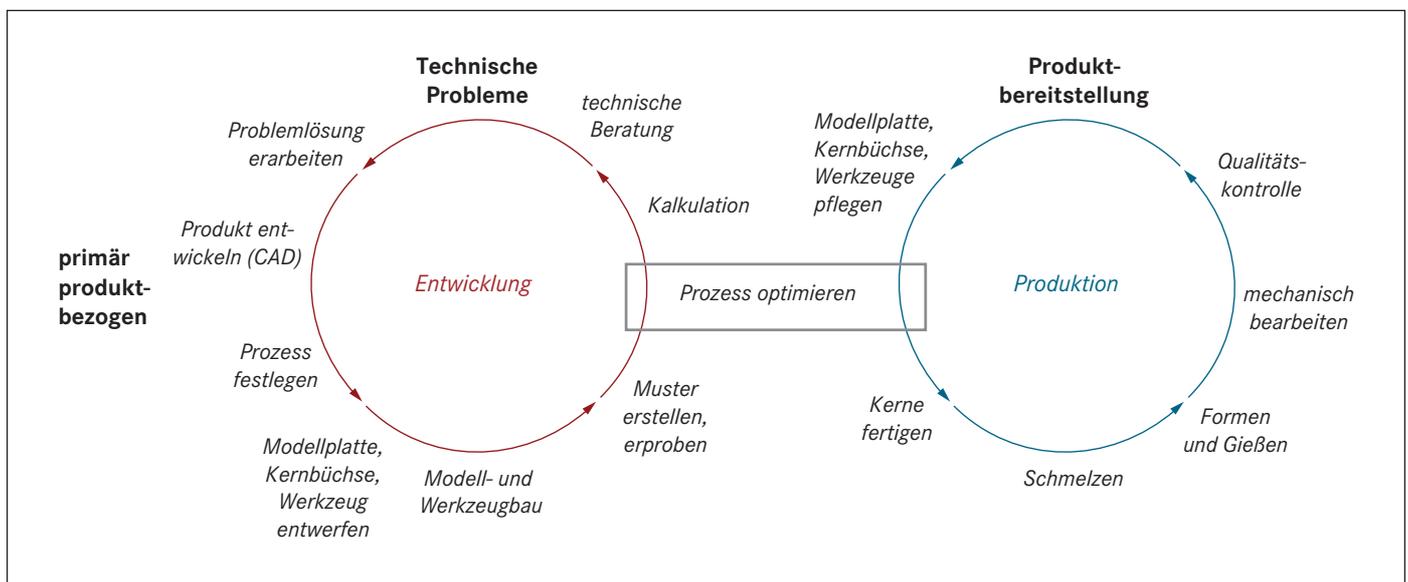


Abb. 1: Die primär produktbezogenen Teilprozesse einer Gießereifertigung sind in hohem Maße vernetzt, nach [4].

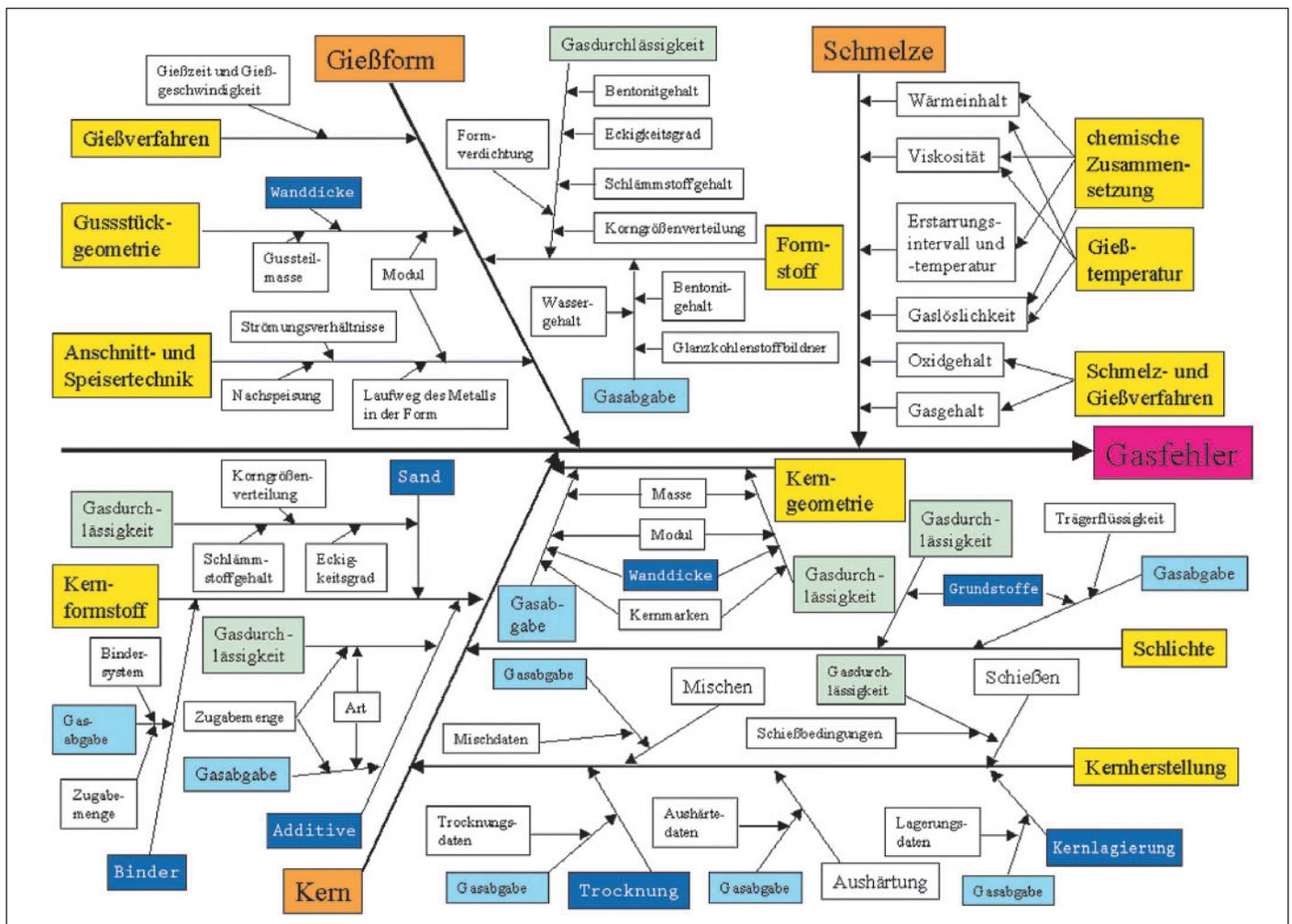


Abb. 2: Die komplex vernetzten Einflussgrößen und deren Einfluss auf die Entstehung von Oberflächenfehlern an Kupfergussteilen sind in ihrer Gesamtheit nur sehr schwierig bezüglich ihrer Einzelwirkung und ihrer korrelierten Wirkung zu analysieren [32].

und werden in Form von statischen Prozessparametern an die Prozesssteuerung weitergegeben. Letztlich ist es damit allerdings nur möglich, Ausschuss zu prognostizieren und frühzeitig auszusortieren.

Ein Projekt mit dem Titel „Wissensbasierte Regelung formtechnischer Fertigungsprozesse in Gießereien auf der Basis der Echtzeitanalyse von Produkt- und Prozessdaten“ bzw. mit dem Projektakronym „Mold-Control“ zur kontinuierlichen Auswertung der Qualität von Grünsandformen während des Formprozesses wird in [27] vorgestellt. Dazu werden historische Daten aus der automatischen Formanlage mittels Regelinduktion ausgewertet. Die so erhaltenen Regeln mit den darin enthaltenen statischen Prozessgrenzen werden in dem wissensbasierten System gespeichert und somit zur Kontrolle des Formprozesses angewendet. Wie derartige Analyse- und Steuerungswerkzeuge in betriebliche Daten- und Prozessmanagementsysteme integriert werden können, ist in [28, 29] beschrieben.

## Problemstellung

Gießereien sind erfolgreich, wenn die Qualität ihrer produzierten Gussteile den Anforderungen in jeder Hinsicht genügt. Qualität ist aber in diesem Zusammenhang ein komplexer Begriff, der sich im Wesentli-

chen über technische, logistische und wirtschaftliche Kriterien definiert. Es ist klar, dass die technische Qualität eines Gussteils, beispielweise definiert über Maßhaltigkeit, mechanisch-technologische Eigenschaften oder Oberflächenqualität, und die produktionslogistische Performance, wie zum Beispiel effektiver Material- und Energiefluss und -verbrauch sowie sichere und wartungsarme Fertigungseinrichtungen, einen ganz entscheidenden Einfluss auf die wirtschaftliche Qualität haben.

Beschränkt man sich nun einmal auf die technische Qualität eines Gussteiles, so geht es darum, die geforderten Produkteigenschaften präzise und gleichmäßig zu erzeugen. Da technische Prozesse immer kleinere oder größere Toleranzbreiten aufweisen, ist die dementsprechende Folgerung, alle beteiligten Prozesse in sehr engen Toleranzen führen zu müssen [30, 31]. Bisher ist es übliche Praxis, die Fertigungsparameter für jeden Teilprozess bzw. jedes Aggregat einzeln einzustellen – und zwar, bevor das jeweilige Produkt gefertigt wird. Die Schwierigkeit besteht unter anderem auch darin, dass die Fertigung eines Gussteils zwangsläufig mehrere verkettete Einzelprozesse erfordert: Schmelzen, metallurgische Behandlung, Formen und Kernfertigung sind hierbei die Kernprozesse (vgl. Abb. 1).

Wegen der Vielzahl der einzelnen Prozessparameter und deren gegenseitigen Abhängigkeiten, aber auch der Tatsache, dass noch genauere Einstellungen vielfach kaum möglich sind, wird klar, dass dieser Weg der Prozesssteuerung an Grenzen stößt. So ist das eindeutige und schnelle Erkennen von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen ein grundsätzliches Problem in Gießereien. Die Vielzahl von Einflussgrößen und deren zum Teil komplexe Interdependenzen machen dies und damit die eigentliche Zielsetzung, nämlich das Erarbeiten von optimalen Prozessfenstern zur Vermeidung von Fehlern möglichst im laufenden Betrieb, äußerst schwierig. **Abb. 2** zeigt beispielhaft ein *Ishikawa-Diagramm*, das die komplexen Einflüsse und deren Abhängigkeiten hinsichtlich des Entstehens von Gasporositäten in Gussteilen aus Kupferbasislegierungen sehr anschaulich beschreibt. Häufig werden diese Einflussfaktoren weder entdeckt noch separat gemessen. Dies ist ein grundsätzlich offener Punkt in vielen Gießereien. Der Effekt eines einzelnen Faktors mag zwar sehr klein sein, aber aus der Kombination mehrerer solcher Faktoren folgt dann die bekannte stochastische Streuung bestimmender Qualitätseigenschaften, ohne dass man eindeutige Ursachen dafür angeben kann. Solche Probleme könnten mit Hilfe automatisierter Diagnosemethoden des maschinellen Lernens gelöst werden.

Maschinelles Lernen ist ein Oberbegriff für die „künstliche“ Generierung von Wissen aus Erfahrung: Ein künstliches System lernt aus Beispielen und kann nach Beendigung der Lernphase verallgemeinern. Das heißt, es lernt nicht einfach die Beispiele auswendig, sondern es „erkennt“ Gesetzmäßigkeiten in den Lerndaten. So kann das System auch unbekannte Daten beurteilen.

Ferner gibt es häufig Probleme bei der Datenerfassung. Das liegt zum einen daran, dass relevante Prozessdaten in digitaler Form nicht verfügbar sind. Vieles wird nur gemessen und nicht dokumentiert, einiges wird handschriftlich dokumentiert und verschwindet in Ordnern. Zum anderen besteht das große Problem der eindeutigen Zuordnung von Prozessdaten zu individuellen Gussteilen, speziell beim Maschinenformgießen. Falls Prozessdaten erfasst und zugeordnet werden können, besteht fast naturgemäß das Problem, dass einer großen Zahl positiver Datensätze (das sind Datensätze, die das gemessene Qualitätskriterium erfüllen) nur wenige negative Datensätze gegenüberstehen, die den Ausschuss innerhalb eines Prozesses beschreiben (skewed data). Allerdings benötigen die maschinellen Lernalgorithmen auch eine gewisse Anzahl dieser negativen Datensätze, um Fehler zu prognostizieren. Das Ungleichgewichtsverhältnis (Imbalance Ratio IR) einer Menge gleichartiger Datensätze ist definiert über den Quotienten

**Tabelle 1: Einfluss funktional unabhängiger Variablen auf die abhängige Variable Ausschuss.**

Temp (Temperatur) in °C	C in %	Si in %	Mg in %	Ausschuss in %
1375,39	3,62	2,77	0,06	5,09
1387,49	3,65	2,71	0,05	44,87

Eine Menge gleichartiger Datensätze ist ausgewogen (balanced), wenn  $IR = 1$  gilt. Sind in 100 Trainingsdatensätzen nur 10, die das Qualitätskriterium nicht erfüllen, so ist  $IR = 0,11$ .

Für gute Prognosen sind ausgewogene Trainingsdatensätze vorteilhaft. Sind die Trainingsdaten sehr ungewogen, so neigen Lernalgorithmen dazu, den abhängigen Variablen die Ergebnisse zuzuordnen, die am häufigsten vorkommen. Angenommen, ein Produktionsprozess hat eine Ausschussquote von 5 %, dann muss ein Prognosewerkzeug immer nur voraussagen, dass die Qualitätskriterien erfüllt werden und liegt damit zu 95 % richtig (was eine sehr hohe Quote ist). Das Problem kann auch nicht dadurch gelöst werden, dass die Anzahl der positiven Datensätze reduziert wird, um so den IR-Quotienten zu erhöhen. Dadurch gehen zu viele Informationen verloren und es kann gezeigt werden [33], dass dadurch die Prognosezuverlässigkeit (accuracy rate) reduziert wird. Es müssen somit Methoden entwickelt werden, die den Werkzeugen des maschinellen Lernens die Datensätze so präsentieren, dass diese auch aus den wenigen negativen Datensätzen lernen können. Ferner können Lernalgorithmen verwendet werden, die sich gegenüber dem IR-Quotienten robuster verhalten.

Hinzu kommen Messfehler, verrauschte Daten und ungenügende Trennschärfe zwischen den positiven und negativen Datensätzen. **Tabelle 1** zeigt ein Beispiel. Geringfügige Änderungen in den funktional unabhängigen Variablen Temperatur, Anteil an C, Si und Mg haben große Auswirkungen hinsichtlich der abhängigen Variablen Ausschuss. Solche Datensituationen sind nicht dazu geeignet, funktional abhängige Variable hinreichend sicher aus den unabhängigen zu prognostizieren.

Vor dem Hintergrund dieser Probleme ist die Lösung eine Art dynamische Prozesssteuerung, die den gesamten Fertigungsprozess in Abhängigkeit von den jeweils aktuellen Produktionsdaten steuert. Auf der Grundlage von geeigneter Messtechnik, einer standardisierten Datenbank mit Prozess- und Auftragsdaten, Statistiken und mathematischen Lernmethoden, die den Einfluss von Produktionsdaten auf Qualitätskriterien abbilden können, sollten nach jedem Fertigungsschritt die zu erwartenden Gussteileigenschaften vorhergesagt werden können. Dadurch werden dann die Produktionsparameter für den folgenden Prozessschritt festgelegt, falls diese in einem Bereich liegen, der produktionstechnisch machbar ist. Auf diese Weise ist es möglich, Probleme einer konventionellen Fertigungssteuerung mit der kontinuierlichen Kompensation von Streuungen einer dynamischen Prozessregelung zu eli-

$$IR = \frac{\text{Anzahl Datensätze Minderheit}}{\text{Anzahl Datensätze Mehrheit}} \quad (1)$$

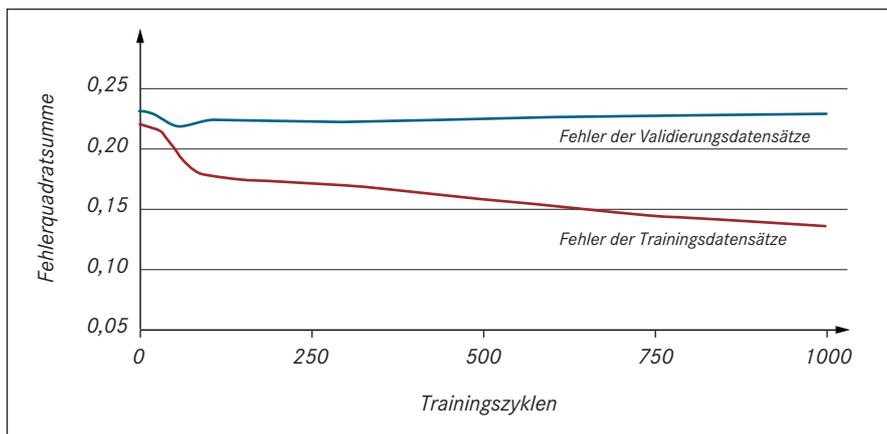


Abb. 3: Fehlerkurven: Der Fehler bezüglich der Validierungsdatensätze vergrößert sich, der Fehler bezüglich der Trainingsdatensätze verkleinert sich.

minieren. Solche Probleme sind z. B. die typischerweise völlig überraschenden Abweichungen vom erwarteten Qualitätsniveau, beispielsweise verursacht durch eine eventuelle Überlagerung der Streuungen von Einzelprozessen.

Die oben erwähnten mathematischen Lernmethoden sind softwaregestützte Methoden des maschinellen Lernens, die einfach skizziert wie folgt funktionieren: Basis des Lernens ist eine Menge gleichartiger Datensätze. Ein Datensatz ist dabei eine Gruppe inhaltlich zusammenhängender Datenfelder [34] wie z. B. C, Si, Mg, Temperatur und Zugfestigkeit. Werden die Datensätze beispielsweise in einer Tabelle verwaltet, so ist ein Datensatz eine Zeile dieser Tabelle. Die Felder (im Folgenden auch Variablen genannt) eines solchen Datensatzes werden unterschieden in funktional unabhängige und funktional abhängige Felder.

Im obigen Beispiel sind C, Si, Mg und Temperatur die funktional unabhängigen Variablen und die Zugfestigkeit ist eine funktional abhängige Variable. Es kann natürlich auch mehrere abhängige Variablen geben. Ziel des maschinellen Lernens ist, die abhängigen Variablen aus den unabhängigen auf der Basis von Trainingsdaten zu prognostizieren. Dazu wird eine Menge gleichartiger Datensätzen nach gewissen Algorithmen in Trainings- und Validierungsdaten aufgeteilt. Ein gängiger Algorithmus ist, zufällig 70 % als Trainings- und 30 % als Validierungsdaten auszuwählen. Innerhalb der Trainings- und Validierungsdaten sind die Werte der funktional unabhängigen Variablen bekannt. Ein Werkzeug des maschinellen Lernens – beispielsweise ein künstliches Neuronales Netz (NN) – lernt auf der Basis solcher Trainingsdaten; mit den Validierungsdaten wird überprüft, ob das Werkzeug auch generalisieren und ungelernete Daten innerhalb gewisser Fehlertoleranzen prognostizieren kann. Beim Training eines NN werden in der Software EIDOMiner die Prognose-Fehlerkurven der Trainings- und der Validierungsdaten angezeigt. Gehen die Graphen dieser beiden Fehlerkurven „zu weit“ auseinander (s. Abb. 3), dann lernt das NN auswendig und kann nicht generalisieren; es ist also für den Prozess, aus dem die Datensätze stammen, kein geeignetes Prognosewerkzeug. Liegen aber beide Fehlerkurven unter einer akzeptierten Fehlertoleranz, so wird der Lernprozess beendet. Das Werkzeug stellt jetzt eine Prognosefunktion

$$F: D \subset \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^k, n, k \in \mathbb{N} \quad (2)$$

zur Verfügung, mit der für beliebige Werte der funktional unabhängigen Variablen die funktional abhängigen Variablen prognostiziert werden können. Für das obige Beispiel gilt: Zugfestigkeit =  $F(C, Si, Mg, Temp.)$

Es gibt viele solcher Methoden wie beispielsweise Neuronale Netze, Bayessche Netze, Decision Trees, Multiple Regression, Support Vector Machines usw. All diese Methoden haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile bezüglich der Datenauswertung, der Robustheit gegenüber Datensätzen mit unausgewogenem Verhältnis von IO- und NIO-Teilen, dem Problem fehlender, d. h. nicht erfasster Prozessparameter und letztlich auch bezüglich der Performance des Vorhersageergebnisses.

Deshalb ist es nicht sinnvoll, z. B. Neuronale Netze pauschal auf jeden in Frage kommenden Prozess anzuwenden. Die Frage ist, welche dieser Methoden oder welche Kombination von Methoden eine gegebene komplexe Prozesskette innerhalb einer Gießereifertigung beschreiben kann – und noch wichtiger: wie kann herausgefunden werden, welche Analysemethoden für einen gegebenen Prozess optimal sind.

Als ein Beispiel für diese Problematik sei das Ergebnis einer Datenanalyse in einer Eisengießerei erläutert [35]. Die Gießerei stellt u. a. Pkw-Bremssättel aus duktilem Gusseisen her. Problematisch waren hohe Ausschussquoten >10 % aufgrund innerer Mikroporositäten. Für die Analyse standen etwa 1000 formkastenbezogene Datensätze zur Verfügung, bestehend aus vollständiger chemischer Analyse, Schmelzebehandlung, thermischer Analyse, den üblichen Formstoffdaten einer automatischen Online-Sandprüfung im Mischer sowie Verdichtungsdaten der Formanlage. Ein Datensatz bestand aus insgesamt 25 Datenfeldern (Variablen). Auf der Grundlage sehr guter Analyseergebnisse zur Beschreibung von Kalt- und Warmfließkurven metallischer Werkstoffe am Institut für Metallurgie und Umformtechnik der Universität Duisburg-Essen mit Neuronalen Netzen und Multipler Regression [36–38] wurden diese Methoden zunächst auch auf die oben beschriebene Problematik angewendet. Beide Methoden versagten aber: für die Regression wurde keine passende Modellfunktion mit einem hinreichend guten Bestimmtheitsmaß  $R^2$  gefunden. Die Neuronalen Netze lernten mit unterschiedlichen Netztopologien eventuell auswendig (Overfitting) und lieferten daher relativ gute Resultate für die Trainingsdaten. Für die Daten, die zum Validieren benutzt wurden, beim Trainieren dem Neuronalen Netz also unbekannt waren, war die Qualität der Vorhersagen nicht zufriedenstellend. Das Netz kann in diesem Beispiel nicht generalisieren (s. Abb. 3) und ist nicht in der Lage, die Zusammenhänge zwischen Mikroporositäten und den zugeordneten Einflussparametern darzustellen.

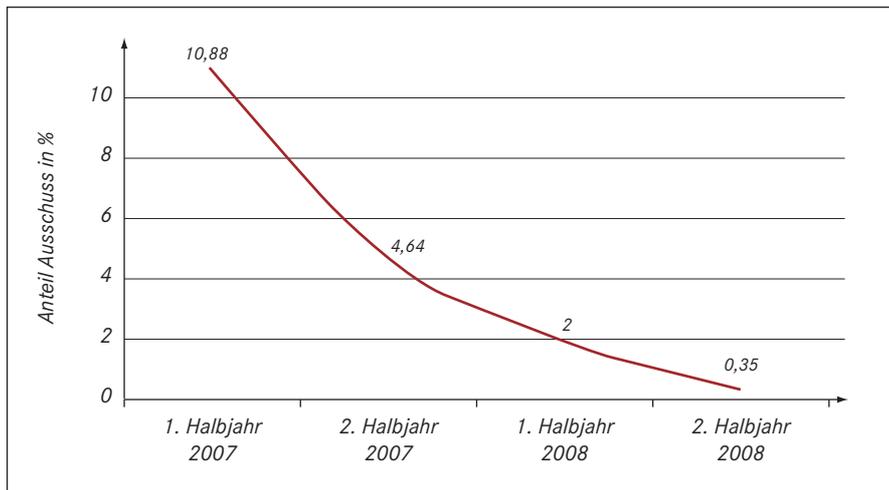


Abb. 4: Ausschuss durch Mikroschrumpfung – Ergebnis der Anwendung vorgeschlagener optimierter Prozessparameter [35].

Die Datensätze der hier untersuchten Gießereiprozesse können also nicht mit der Methode der Neuronale Netze analysiert werden; das kann an einer ungenügenden Trennschärfe zwischen den Datensätzen liegen oder auch daran, dass nicht alle tatsächlichen Einflussfaktoren bekannt waren oder gemessen werden konnten. Ein Bayessches Netzwerk konnte für diesen speziellen Datensatz die Zusammenhänge zwischen Mikroporositäten und Prozessparametern gut darstellen. Die Anwendung der von der Analysesoftware vorgeschlagenen Änderungen der Prozessparameter dieses Prognosewerkzeugs reduzierte den Ausschussanteil ganz massiv (Abb. 4).

Es stellt sich somit die Frage, welche Methoden des maschinellen Lernens oder welche intelligenten Kombinationen mehrerer Prognosemethoden für gegebene Prozessdaten erfolgreich eingesetzt werden können.

## Der intelligente Analysenmanager (IAM)

Der Intelligente Analysenmanager (IAM) ist das Kernmodul dieser Software und fasst mehrere Methoden des maschinellen Lernens (z. B. Neuronale Netze, Bayessche Netze, Multiple Regression, Support Vector Machines, k-Nearest Neighbor) in einer Function-Box zusammen (vgl. Abb. 5). Der sogenannte Supervisor beurteilt, welche Analysefunktion oder welche Methodenkombination für den gegebenen Prozess die besten Prognoseresultate erzielt. Der Vorteil des IAM liegt also darin, dass nicht nur eine Analysefunktion zur Auswertung der Messdaten benutzt wird, sondern

eine Vielzahl dieser Funktionen. Dadurch können die problemspezifischen Stärken jedes einzelnen Analysewerkzeuges genutzt, sowie deren Schwächen im vorliegenden Produktionsprozess erkannt werden.

### Der Präprozessor

Die Daten, aus denen die Trainings- und Validierungsdaten generiert werden, sind die Basis jeglichen maschinellen Lernens. Daher steht zu Beginn jedes Lernens die Aufbereitung der Daten. Dazu gehören u. a. Plausibilitätsprüfungen und das Prüfen, ob zu viele unabhängige Variablen in den Messdaten enthalten sind (Dimensionsreduktion). Der IAM enthält einen Präprozessor, der für die Aufbereitung der Daten verantwortlich ist, und vielfältige weitere Aufgaben hat – beispielsweise ist es notwendig, die Eingabedaten vor der Verwendung in einem Neuronale Netz auf das In-

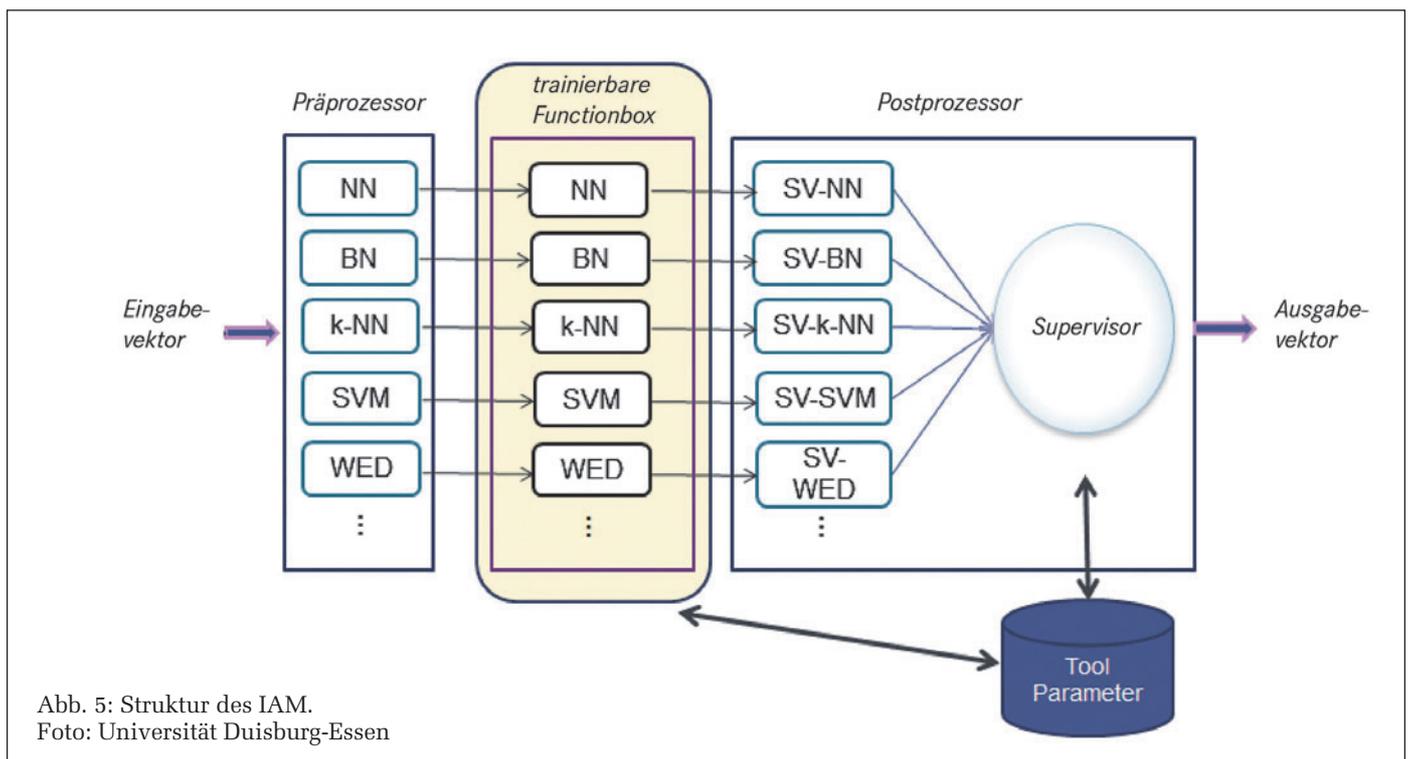


Abb. 5: Struktur des IAM.  
Foto: Universität Duisburg-Essen

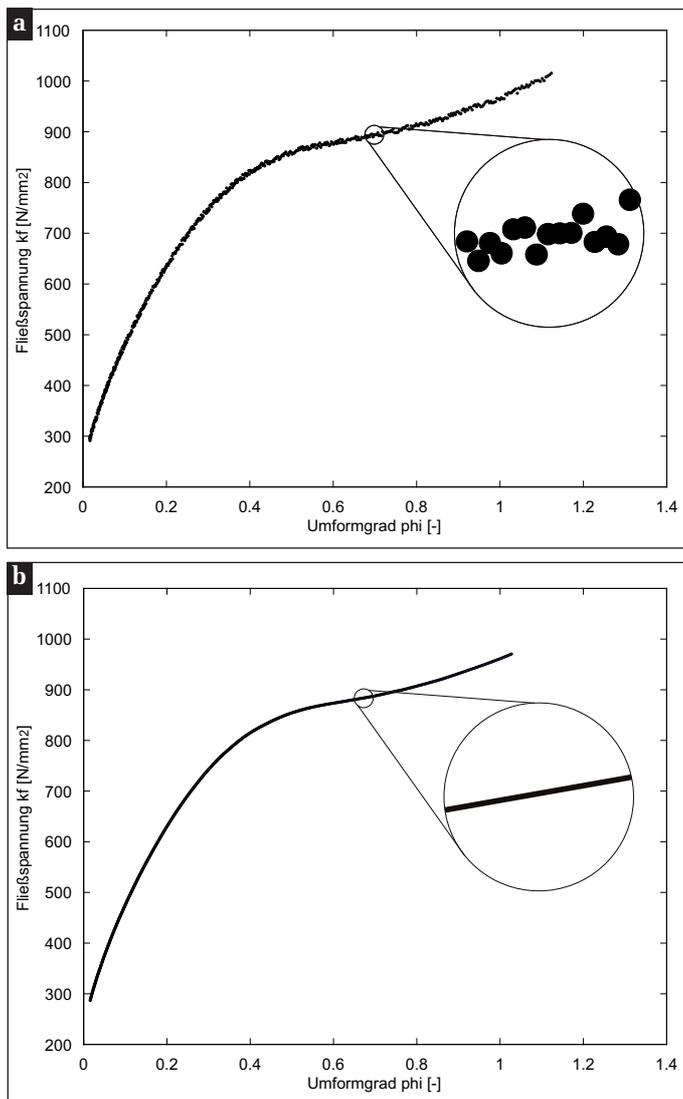


Abb. 6: Wirkungsweise einer Datenglättung:  
a) verrauschte Daten, b) geglättete Daten.

tervall [-1; 1] oder auf ein Teilintervall davon zu skalieren. Hier eine Auswahl optionaler Aufgaben:

- Bearbeiten von Ausreißern (Outlier) im eingelesenen Datensatz: Hierzu kann ein unteres und oberes

Quantil angegeben werden. Die Datensätze mit Ausreißern können bearbeitet oder von der Analyse ausgeschlossen werden.

- Normierung: Kommen bei den funktional unabhängigen und abhängigen Variablen stark heterogen skalierte Werte vor (wie Magnesiumgehalt 2 bis 3 % und Gießtemperatur ~1450 °C), so kann es sinnvoll sein, jede Spalte der Datenmatrix auf Mittelwert 0 und Standardabweichung 1 zu transformieren.
- Filtern verrauschter Daten: Bei verrauschten Daten sollte vorher eine Glättung (Filterung) durchgeführt werden (Abb. 6). Ein bekannter Filter ist der Mittelwerts-Filter (Moving Average), der auch im IAM-Präprozessor zur Verfügung steht. Weitere implementierte Filter basieren auf Methoden der Fourier-Analyse (Convolution, FFT) und der Singulärwertzerlegung (SVD).
- Reduktion funktional unabhängiger Variablen (Dimensionsreduktion) durch Erkennen von statistischen Abhängigkeiten: Dadurch werden überflüssige funktional unabhängige Variablen aus den Messdaten entfernt. Ein Beispiel dazu sind zwei unabhängige Variablen, zwischen denen ein linearer Zusammenhang besteht; eine dieser Variablen wird dann gelöscht (Abb. 7).

In Abb. 7 wird ein Ausschnitt der graphischen Benutzeroberfläche (GUI – Graphical User Interface) der Software EIDominer gezeigt. In der Baumstruktur werden als Knoten die Originaldaten (Rohdaten), hier mit sechs unabhängigen und einer abhängigen Variablen, angezeigt. Weitere Knoten repräsentieren die gefilterten Datensätze, die mit den verschiedenen Methoden untersucht werden. Die Daten in Abb. 7 wurden so konstruiert, dass nur die Spalten I1 und I4 linear unabhängig sind. Diese Abhängigkeiten wurden mit der Singulärwertzerlegung (SVD) erkannt, und alle Werkzeuge des maschinellen Lernens, die diesem Knoten untergeordnet sind, lernen nun auf der Basis dieser Datensätze, die nur noch aus zwei funktional unabhängigen Variablen bestehen. Aus den Rohdaten können somit verschiedene Datensätze generiert werden, die dann mit der *Functionbox* analysiert werden (Abb. 8a und b).

Test01	I1	I2	I3	I4	I5	I6	D
001	81,47236864	244,4249346	407,366881	16,21823082	97,69466673	50,9561132	1839,115399
002	90,57919371	271,744519	452,9008645	79,42845407	170,0143171	249,5379759	200605,9068
003	12,69868163	38,09614291	63,50217863	31,1215042	43,82952309	97,7792832	12060,29456
004	91,33758561	274,021189	456,6914595	52,85331355	144,1990087	166,0489005	59224,57191
005	63,23592462	189,7169972	316,1841175	16,56487295	79,80564306	52,04210392	1898,105646
006	9,7540405	29,26983104	48,7798378	60,19819414	69,95980213	189,1227434	87260,93583
007	27,84982189	83,54989226	139,2495324	26,29712845	54,15112082	82,61914467	7289,712097
008	54,68815192	164,0682376	273,4504892	65,40790985	120,1057796	205,4946696	111990,9256
009	95,75068354	287,259094	478,7553098	68,92145031	164,6820136	216,5293225	131138,7094
010	96,48885352	289,4738557	482,4509388	74,81515928	171,3126543	235,0457087	167691,6066
011	15,76130817	47,28616727	78,81240523	45,05415985	60,81935686	141,5490192	36586,73771
012	97,05927818	291,1805251	485,303142	8,3821378	105,4459634	26,33673148	423,9903059
013	95,71669482	287,1568148	478,5870843	22,89769687	118,6168586	71,94040618	4985,38086
014	48,53756487	145,6174695	242,6940271	91,33373615	139,8791453	286,9389615	304804,1023
015	80,02804689	240,0903778	400,148346	15,2378019	95,27467716	47,87253145	1543,319586

Abb. 7: Datensatz mit sechs funktional unabhängigen und einer abhängigen Variable („D“).

Foto: EIDOLOGIC

Jeder Filter erzeugt zusammen mit einer Analysemethode eine neue Funktion in der *Functionbox*. Es gibt also beispielsweise in **Abb. 8b** die Funktionen Neural Network (Convolution), Neural Network (FFT), Neural Network (Moving Average) und Neural Network (SVD). Der im Postprozessor integrierte Supervisor kann später somit nicht nur entscheiden, welche Analysemethoden des maschinellen Lernens für den gegebenen Prozess optimal sind, sondern auch, welche Filter oder Dimensionsreduktion der funktional unabhängigen Variablen zur besseren Prognose führen.

Mit Hilfe der *Functionbox* kann demnach geprüft werden, ob es vorteilhaft ist, Daten vor der Analyse mit Werkzeugen des maschinellen Lernens zu glätten oder durch Dimensionsreduktion zusammenzufassen und dann diese modifizierten Datensätze für das Training zu benutzen oder dem Analysewerkzeug gefilterte Rohdaten oder gar die Rohdaten selbst zum Lernen zu geben. Klar ist, dass nach dem Lernen im laufenden Prozess von der trainierten *Functionbox* Rohdaten analysiert werden müssen. Ein einzelner Datensatz, der beispielsweise vom Spektrometer zur Prognose der Zugfestigkeit an den IAM weitergegeben wird, kann natürlich nicht geglättet werden.

Zusammengefasst: In der *Functionbox* können unterschiedlich vorbereitete (transformierte, dimensionsreduzierte, gefilterte) Eingangsdaten einschließlich eines Analysewerkzeugs zu einer Funktion zusammengefasst werden. So können für einen gegebenen Prozess beispielsweise die Neuronale Netze auf den Rohdaten mit  $n$  funktional unabhängigen und  $k$  funktional abhängigen Variablen ohne Glättung und Dimensionsreduktion lernen.

Eine weitere Funktion könnte sein, die Rohdaten mit der Fast-Fourier-Transformation (FFT) zu glätten und auf  $n_1 < n$  funktional unabhängige Variablen zu reduzieren mit wiederum  $k$  funktional abhängigen Variablen. Welche Funktion die besseren Prognosen liefert, entscheidet dann der im Postprozessor integrierte Supervisor, der einen einzigen optimierten  $k$ -dimensionalen Ausgabevektor erzeugt.

### Die Functionbox

Eine *Functionbox* ist einem Prozess (oder Teilprozess) und dessen Qualitätsdaten (Messdaten) zugeordnet. EIDOMiner kann beliebig viele solcher *Functionboxes*

verwalten. Die *Functionbox* beinhaltet im Wesentlichen bekannte Analysemethoden des maschinellen Lernens. In der aktuellen Version sind folgende Methoden implementiert: Neuronale Netze, Multiple lineare Regression,  $k$ -NN, Support Vector Machines und Bayessche Netze. Alle diese Analysemethoden werden von den ihnen zugeordneten Subfunktionen des Präprozessors mit Daten versorgt und mit den ihnen eigenen Algorithmen trainiert und validiert. Das Ergebnis ist eine trainierte *Functionbox*, die für jede implementierte Analysefunktion eine Prognosefunktion zur Verfügung stellt.

Die Parameter dieser Prognosefunktion werden in der ToolParameter-Datenbank (TPDB) gespeichert; ein-

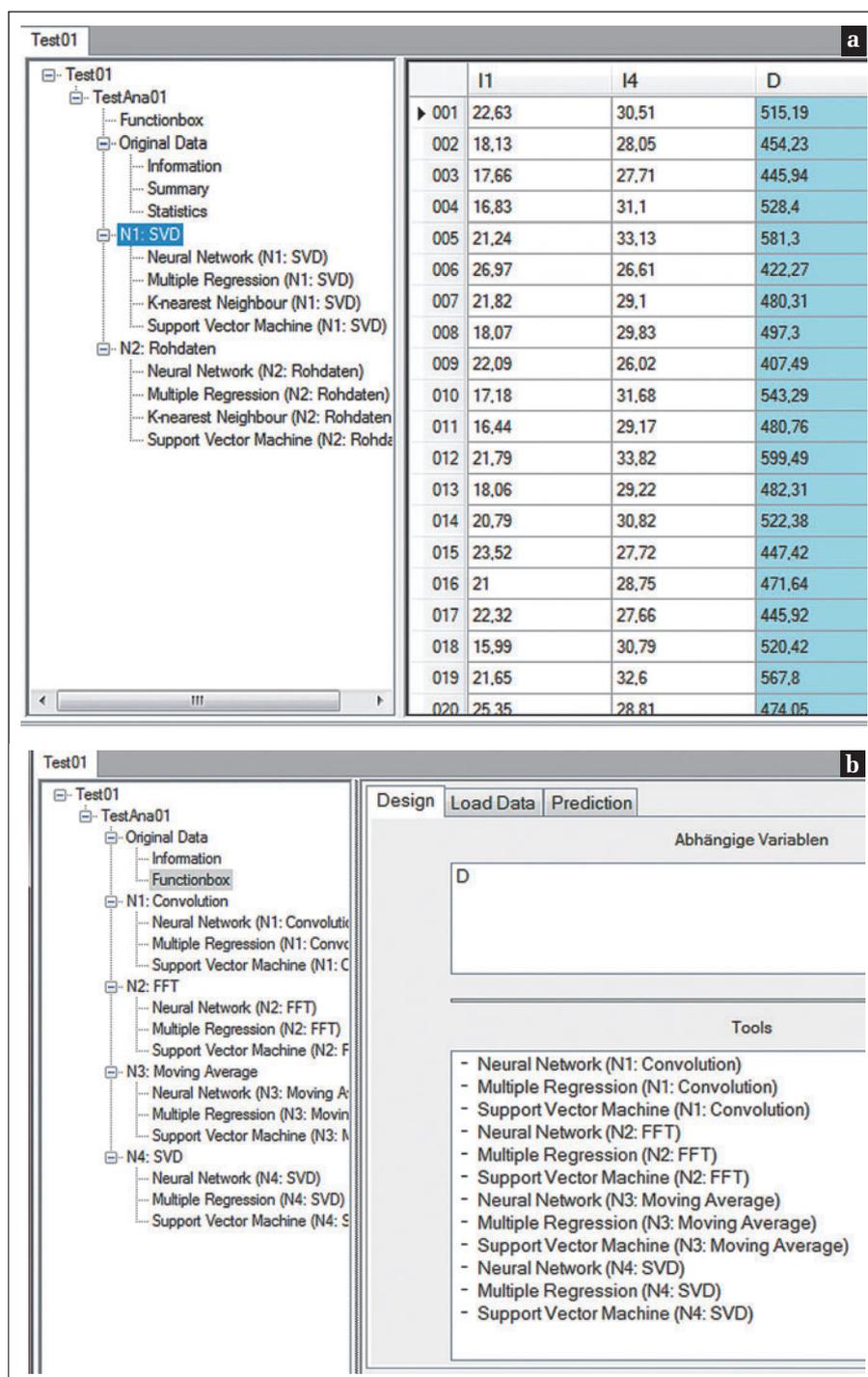


Abb. 8: a) Nach der Dimensionsreduzierung liegen nur noch zwei linear unabhängige Variablen vor; b) Funktionen der Functionbox.

schließlich einer Parameterhistorie. Die Historie bezieht sich auf einen abgeschlossenen Lernvorgang und beinhaltet neben den Parametern der entsprechenden Prognosefunktion auch den Trainingsdatensatz, der diese Parameter erzeugt hat. Beispielsweise werden für die Multiple lineare Regression die Modellfunktion und die Regressionskoeffizienten gespeichert, die mit der Methode der kleinsten Quadrate aus dem zugeordneten Trainingsdatensatz generiert wurden.

Dadurch wird dokumentiert, welche Parameter der Prognosefunktionen zu welchem Zeitpunkt im Produktionsprozess aktiv waren bzw. sind. Ein weiterer Vorteil der TPDB ist, dass die Parameter der einzelnen Analysefunktionen außerhalb des Quellcodes gespeichert werden. Somit müssen diese Funktionen nach einem Lernvorgang nicht neu kompiliert werden. Der IAM kann daher selbstständig ohne manuelles Eingreifen in regelmäßigen Abständen auf Basis erweiterter Qualitätsdaten lernen, um so Veränderungen der komplexen wechselseitigen Zusammenhänge im Fertigungsprozess zu erfassen und diese dann im Produktionsprozess zu berücksichtigen.

Das selbstständige Lernen des EIDominers wird im Folgenden kurz skizziert: In der Prozessdatenbank EIDOfsdb, die in Abschnitt „Die Wissensdatenbank EIDOWiba und die Prozessdatenbank EIDOfsdb“ näher beschrieben wird, werden die Daten der Qualitätsprüfungen mit den zugehörigen Prozessparametern verknüpft. Beispielsweise wird der Härtewert in Abständen von 100 Teilen gemessen und mit der chemischen Analyse dieser Teile in Beziehung gesetzt. Die Parameter der chemischen Analyse (C, Si, Mg usw.) sind dann die funktional unabhängigen Variablen und der Härtewert HBW die funktional abhängige Variable, die vom IAM auf der Basis der chemischen Analyse prognostiziert werden soll. Der Vergleich des auf der Basis der funktional unabhängigen Variablen vorausgesagten Ergebnisses mit dem gemessenen Wert der Qualitätsprüfung ist notwendig, um die Kongruenz dieser beiden Werte zu überprüfen. Durch diesen Vergleich der prognostizierten Eigenschaften mit den real gemessenen Eigenschaften der Produkte ist die Grundlage für eine Selbstoptimierung des Produktionsprozesses gelegt.

Aus der EIDOfsdb werden mit einem SQL-Skript die Datensätze für den neuen Lernvorgang gelesen. Anschließend wird die Lernschleife vom IAM gestartet, und nach dem Beenden werden die neuen Parameter der Prognosefunktion in der TPDB gespeichert. Mit Hilfe von Testdaten kann der IAM entscheiden, ob die Prognosen mit den neuen Parameterwerten besser sind. Ist das der Fall, so werden diese Parameter produktiv. Ein manuelles Eingreifen seitens eines Wissensingenieurs ist natürlich möglich. Es gibt viele Einstellungen für die verschiedenen Analysemethoden, die in der EIDominer-GUI gewählt werden können. Der Wissensingenieur kann anhand von Testläufen entscheiden, welche Parameter schließlich produktiv in die TPDB übernommen werden. Die Software EIDominer besitzt einen proprietären SQL-Editor, mit dem die o. g. SQL-Skripte erzeugt werden können.

Die Datenmenge der Qualitätsmessungen bezüglich eines Produktionsprozesses steigt ständig an und ist Grundlage für das kontinuierliche Lernen des IAM,

das eine Verbesserung der Qualität der prognostizierten Ergebnisse ermöglicht.

Dies führt zur:

- Erhöhung der Anzahl der Gussteile, die im Toleranzbereich liegen,
- optionalen Reduktion der Toleranzgrenzen und zur
- Erweiterung der Prüfintervalle zur Qualitätsmessung; z. B. wird nur noch bei jedem 200ten Teil die Härte gemessen.

### Postprozessor mit Supervisor

Jede Analysefunktion in der Functionbox erzeugt einen k-dimensionalen Ausgabevektor für die n funktional unabhängigen Variablen. Sind die Daten von Subfunktionen des Präprozessors transformiert worden (z. B. durch Normalisierung), so hat der Postprozessor zunächst die Aufgabe, die Ausgabedaten der entsprechenden Prognosefunktionen zurück zu transformieren.

Es sei

$$\varphi(x) = (\varphi_1(x_1), \dots, \varphi_n(x_n)) \quad (3)$$

eine Transformation der n funktional unabhängigen und

$$\psi(y) = (\psi_1(y_1), \dots, \psi_k(y_k)) \quad (4)$$

eine Transformation der k funktional abhängigen Variablen. Sei ferner  $R_T$  die Prognosefunktion einer Analysefunktion in der Functionbox, die auf den transformierten Daten trainiert wurde. Dann gilt für die Prognosefunktion R bezüglich der nicht transformierten Daten:

$$R = \psi^{-1} \circ R_T \circ \varphi, \quad (5)$$

wobei  $\psi^{-1} = (\psi_1^{-1}, \dots, \psi_k^{-1})$  die Umkehrfunktionen sind. Für einen n-dimensionalen Eingabevektor x erhält man den k-dimensionalen Ausgabevektor

$$y = R(x) = \psi^{-1}(R_T(\varphi(x))) \quad (6)$$

Die Ausgabevektoren der einzelnen Prognosefunktionen in der Functionbox werden an den Supervisor übergeben, der durch Boosting aus diesen Vektoren einen einzigen k-dimensionalen Ausgabevektor generiert. Neben bekannten Verfahren wie Majority Voting oder gewichtete Mittelwertbildung werden für den Supervisor weitere innovative Ansätze programmiertechnisch umgesetzt und getestet.

Für die Trainings- und Validierungsdaten können die Prognosewerte der einzelnen Analysefunktionen der Functionbox mit den gemessenen Werten der funktional abhängigen Variablen dieser Daten verglichen werden. Angenommen, in der *Functionbox* sind 10

**Tabelle 2: Gemessene Werte in einer (9 x 5)-Matrix.**

<i>T</i> [°C]	<i>C</i> [%]	<i>Si</i> [%]	<i>Mg</i> [%]	<i>Elongation</i> [-]
1381,23	3,59	2,71	0,052	20,0
1385,33	3,56	2,72	0,041	20,3
1381,40	3,61	2,63	0,042	7,6
1385,40	3,62	2,68	0,049	19,3
1379,00	3,63	2,66	0,054	20,0
1380,00	3,62	2,63	0,053	19,3
1379,50	3,72	2,78	0,048	20,0
1379,20	3,67	2,72	0,055	15,9
1380,68	3,58	2,62	0,047	17,6

**Tabelle 3: Ergebnis der Risikoanalyse.**

<i>T</i> [°C]	<i>C</i> [%]	<i>Si</i> [%]	<i>Mg</i> [%]	<i>Risik</i> [-]
1381,23	3,59	2,71	0,052	0
1385,33	3,56	2,72	0,041	0
1381,40	3,61	2,63	0,042	1
1385,40	3,62	2,68	0,049	1
1379,00	3,63	2,66	0,054	2
1380,00	3,62	2,63	0,053	2
1379,50	3,72	2,78	0,048	0
1379,20	3,67	2,72	0,055	0
1380,68	3,58	2,62	0,047	1

Prognosetools enthalten und die Lerndaten haben *k* funktional abhängige Variablen, dann gibt es eine Matrix mit *n* Zeilen und  $10k + k$  Spalten, also  $10k$  funktional unabhängigen und *k* funktional abhängigen Variablen, die mit Methoden des maschinellen Lernens bewertet werden kann. Beispielsweise kann mit Methoden der multiplen linearen Regression aus den zehn Ausgabevektoren der Analysefunktionen ein einziger Ausgabevektor erzeugt werden. Da auch der Supervisor lernfähig ist, kann dieser *k*-dimensionale Ergebnisvektor, der insgesamt die Antwort des IAM auf einen präsentierten *n*-dimensionalen Eingabevektor ist, immer besser an den Produktionsprozess angepasst werden.

Die Prognosefunktion  $R_{P1}$  des IAM bezüglich eines Prozesses oder Teilprozesses P1 stellt sich also extern

als eine Funktion dar, besteht intern aber aus vielen Prognosefunktionen, deren Ausgabevektoren vom Supervisor zu einem finalen Ergebnisvektor zusammengefasst werden. Klar ist, dass es viele solcher Prognosefunktionen  $R_{Pi}$ ,  $i = 1, \dots, p$  in einer Gießerei geben kann (z. B. Zugfestigkeit, Mikroporosität, Härte etc.), die mit einem eindeutigen Namen in der lokalen Datenbank der EIDominer-Software gespeichert werden.

### Statistik

Ein weiterer Vorteil des wachsenden Datenpools ist eine sehr gute Dokumentation der Fertigungsprozesse und die Möglichkeit, statistische Auswertungen durchzuführen. Die Variablen gemessener Datensätze sind im stochastischen Sinn Zufallsvariablen, da sie zufälligen Schwankungen unterliegen, und für solche Zufallsvariablen sind die stochastische Abhängigkeit bzw. Unabhängigkeit wohl definiert; daher wurden auch die Begriffe funktionale Abhängigkeit bzw. Unabhängigkeit in den vorangehenden Kapiteln eingeführt.

Aus den funktional unabhängigen Zufallsvariablen ( $U_1, \dots, U_n$ ) gemessener Daten werden funktional abhängige Zufallsvariablen ( $A_1, \dots, A_k$ ) mit einer Prognosefunktion *F* vorausgesagt. Also:

$$(A_1, \dots, A_k) = F(U_1, \dots, U_n) \quad (7)$$

Beispiele für Zufallsvariablen:

*T* = Temperatur der Schmelze vor Abguss im

Prozess P1, in °C;

*C* = Kohlenstoffgehalt der Schmelze vor Abguss

im Prozess P1, in %.

Werden die gemessenen Daten in einer Tabelle gespeichert, so sind die Spaltenüberschriften die Namen der Zufallsvariablen dieses Datensatzes. Die Spalten enthalten die gemessenen Werte dieser Zufallsvariablen. Die Werte einer solchen Spalte sind bezüglich dieser Zufallsvariable eine Stichprobe. Eine solche Menge von *m* Datensätzen kann als eine  $(m \cdot (n + k))$ -Matrix aufgefasst werden. In **Tabelle 2** beinhaltet die Spalte *T* [°C] Werte der Temperatur der Schmelze vor dem Abguss im Prozess P1 – und das ist eine Stichprobe (Teilmenge) aller Abgusstemperaturen im Prozess P1, die bereits gemessen wurden oder noch gemessen werden.

In dem in **Tabelle 2** dargestellten Beispiel sind *T*, *C*, *Si* und *Mg* die funktional unabhängigen Zufallsvariablen, mit denen die funktional abhängige Zufallsvariable Dehnung mit einer Funktion *F* prognostiziert werden soll. Eine Teilmenge der funktional unabhängigen

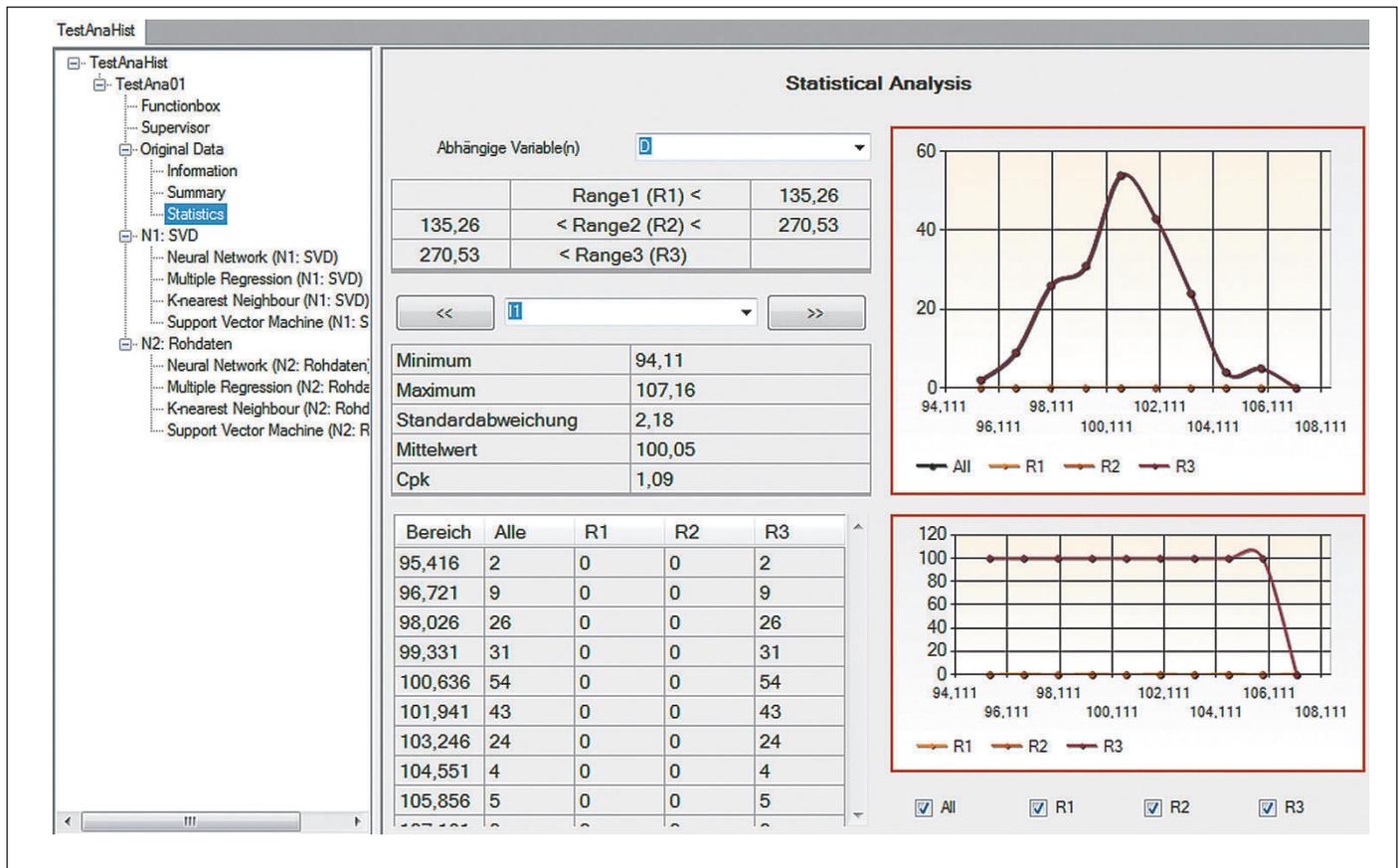


Abb. 9: Statistische Analysen.

Zufallsvariablen ( $U_1, \dots, U_n$ ) kann stochastisch abhängig sein. Bei gemessenen Daten können die Zufallsvariablen beispielsweise mit einem Chi<sup>2</sup>-Test auf stochastische Unabhängigkeit getestet werden. Dieser Test wird in der Software EIDominer implementiert.

Eine Zufallsvariable  $X$ , die nur endlich viele Werte annimmt, heißt diskret. Dagegen heißt eine Zufallsvariable  $X$  stetig, wenn diese beliebige Werte in einem Intervall annehmen kann. Sei  $a$  die minimale und  $b$  die maximale Abweichung von der geforderten Länge  $L$  einer Schraube, dann kann die Zufallsvariable  $X = \text{Länge der Schraube in mm}$  theoretisch jede reelle Zahl im Intervall  $[L - a; L + b]$  annehmen. Die Zufallsvariable Risiko (z. B. das Risiko für Mikroporositäten) in **Tabelle 3** nimmt nur die Werte 0 – kein Risiko, 1 – schwaches Risiko und 2 – starkes Risiko an. Damit ist Risiko eine diskrete Zufallsvariable.

Ist die funktional abhängige Zufallsvariable diskret, so spricht man von Klassifikation und von Regression, falls diese stetig ist. Also: Klassifikation ist die Prognose einer Klasse (z. B. 0, 1, 2) und Regression ist die Prognose einer reellen Zahl. Aus einer Regression kann eine Klassifikation gemacht werden.

Eine stetige Zufallsvariable kann auf diskrete Bereiche aufgeteilt werden. **Tabelle 4** zeigt ein Beispiel für die Zugfestigkeit: In der statistischen Analyse der Software EIDominer können die Werte der funktional abhängigen Zufallsvariablen in Bereiche (Ranges) aufgeteilt werden (**Tabelle 4**). Für diskrete Zufallsvariablen, die nur wenige Klassen haben, ist das klar. Bei stetigen Zufallsvariablen können diese Bereiche vom Benutzer festgelegt werden. Für jeden festgelegten Bereich wird

nun für jede funktional unabhängige Zufallsvariable deren Verteilung grafisch angezeigt; es werden also nur die Datensätze betrachtet, deren funktional abhängige Variable Werte in diesem Bereich annehmen. Beispielsweise kann die Verteilung des Kohlenstoffgehaltes für Zugfestigkeiten  $< 480 \text{ N/mm}^2$  dargestellt werden. Damit erhält man eine Übersicht, welchen Einfluss jede der funktional unabhängigen Variablen auf die betrachtete funktional abhängige Variable hat.

Weitere statistische Auswertungen im EIDominer sind beispielsweise die Verteilung der unabhängigen und abhängigen Variablen sowie deren Mittelwerte, Standardabweichungen und cpk-Werte (Prozessfähigkeitsindizes) (**Abb. 9**). Die Werkzeuge zur statistischen Auswertung werden noch wesentlich erweitert.

## Die Wissensdatenbank EIDowiba und die Prozessdatenbank EIDOfsdb

Wissen wird hier definiert als Erfahrung und empirisches Prozesswissen in Form von Regeln und Anweisungen jeder einzelnen Gießerei sowie als allgemein verfügbare Kenntnisse, Regeln, Korrelationen und Formeln, die in Verbindung mit den einzelnen Teilprozessen stehen. Die für die Wissensverarbeitung erforderliche Software ist EIDowiba (wiba – **W**issens**b**asis), die auf der Grundlage von wenn-dann-Beziehungen arbeitet. Das Gießereimodul der EIDowiba verfügt bereits über ein Basiswissen allgemeiner Regeln der Gießertechnik, muss aber individuell bezüglich jedes Teilprozesses sowie jeder Input- und Outputvariable angepasst werden. Aufgabe der Endanwender ist es, ihr

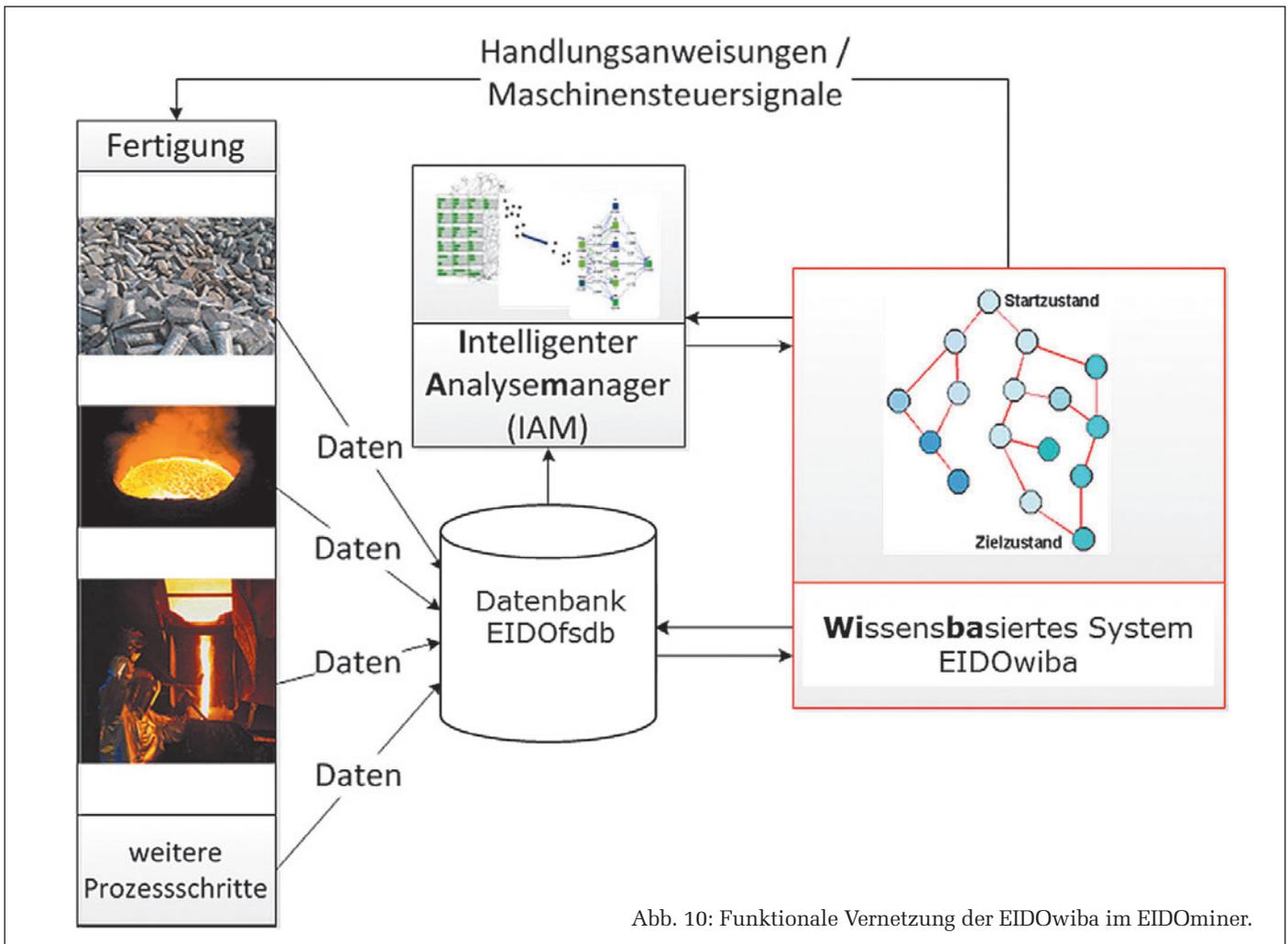


Abb. 10: Funktionale Vernetzung der EIDowiba im EIDominer.

spezifisches fertigungstechnisches Prozessablaufwissen in die Wissensbasis einzugeben (Abb. 10).

EIDowiba kann auf die produktiven Prognosefunktionen  $R_{p_i}$ ,  $i = 1, \dots, p$ , des IAM zugreifen und diese in Regeln und Formeln integrieren. Angenommen, es gibt eine Prognosefunktion  $P1.HBW$ , die im Prozess  $P1$  aus dem Kohlenstoffgehalt  $C$ , dem Siliziumgehalt  $Si$  und dem Magnesiumgehalt  $Mg$  die Härte  $HBW$  prognostizieren kann, also:

$$HBW = P1.HBW(C, Si, Mg), \tag{8}$$

dann kann in der Wissensbasis folgende Regel implementiert werden:

$$\text{Wenn } (P1.HBW \geq 180), \text{ dann (Entscheidung E1) } \tag{9}$$

EIDowiba erkennt, dass  $P1.HBW$  eine Prognosefunktion ist, die die Inputvariablen  $C$ ,  $Si$  und  $Mg$  besitzt und versucht, diese Werte zu beschaffen. Geht das nicht, so fragt EIDowiba die Werte dieser Variablen nach (Abb. 11).

Die optimalen Fertigungsparameter für den nächsten Prozessschritt werden somit durch die produktiven Prognosefunktionen des EIDominer und den bereits feststehenden Prozessparameter ermittelt. Hierzu ein Beispiel:

**Analyseziel: Formabgießen**

WENN „Zeitdauer zwischen Abstich und Abguss“  $\leq$  „kritische Zeitdauer“  
 DANN „Keimbildungspot\_Schmelze\_OK“ = ja  
 Anweisung: wenn Regel erfüllt: keine  
 WENN „Zeitdauer zwischen Abstich und Abguss“  $>$  „kritische Zeitdauer“  
 DANN „Keimbildungspot\_Schmelze\_OK“ = nein  
 Anweisung: wenn Regel erfüllt: Gebe „X“ (mehr) Form-Impfmittel hinzu!

Die beiden Variablen „X“ und „kritische Zeitdauer“ sind abhängig von mehreren Faktoren (Schmelzemasse, Zeitdauer, Materialsorte, chemischer Analyse, ...). Die quantitativen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge werden durch Data-Mining-Algorithmen vom EIDominer bestimmt, EIDowiba greift auf diese ermittelten Prognosefunktionen zu, um so die Werte von „X“ und „kritische Zeitdauer“ zu ermitteln.

Der Wert der Variable „Zeitdauer zwischen Abstich und Abguss“ wird aus der zentralen Prozessdatenbank EIDOfsdb ausgelesen. Beziehungswise die Zeitdifferenz zwischen Abstich und vorgesehenem Zeitpunkt des Abgusses wird durch eine weitere Formel bestimmt.

Ist die Zeitdauer zwischen Abstich und Abguss größer als die kritische Zeitdauer, wird eine Hand-

lungsanweisung ausgegeben, mit dem Hinweis, wie viel (Variable „X“) Form-Impfmittel (zusätzlich) hinzugegeben werden muss.

In der Wissensbasis können viele komplex verschachtelte Regeln und Formeln zu einer Analyse zusammengefasst werden. Wird eine solche Analyse gestartet, so werden alle unbekannt Variablenwerte nachgefragt. Die für eine Analyse benötigten Werte dieser Variablen können aber auch in einer Datei gespeichert werden, so dass eine solche Analyse ohne Nachfrage und manuelle Eingabe durchgeführt wird und schließlich das Ergebnis präsentiert. Ein solches Ergebnis kann eine Handlungsanweisung oder eine Steuersignalausgabe an einen weiteren Prozessschritt sein.

Eine wesentliche Aufgabe der EIDowiba ist also, in jedem Prozessschritt den prozesseffizientesten Parameterwert an den Produktionsprozess zu geben.

Eine weitere Möglichkeit, die Wissensbasis EIDowiba einzusetzen, ist folgende: Sei dazu wieder P1.HBW die Prognosefunktion in Gleichung (8), die im Prozess P1 aus C, Si und Mg die Härte HBW prognostizieren kann. Dann kann mit einer Parametervariation herausgefunden werden, wie C, Si und Mg eingestellt werden müssen, um eine vorgegebene Härte HBW zu erreichen. Unter möglichen Parameterkombinationen kann mit EIDowiba herausgefunden werden, ob eine solche Kombination gießereitechnisch überhaupt sinnvoll ist und welche unter den sinnvollen Kombinationen optimal hinsichtlich eines Kriteriums sind – z. B. die kostengünstigste Kombination.

Um auf der Basis von Prozessdaten eine Prozessregelung in Gießereifertigungen realisieren zu können, ist es unabdingbar, zunächst alle relevanten Prozessparameter zu erfassen und deren Daten zentral zu speichern. Hierfür eignet sich am besten eine relationale Datenbank. Relationale Datenbanken können zum einen mit sehr geringem Speicheraufwand eine Vielzahl von Daten speichern und bieten zum anderen die Möglichkeit, Daten einander und einem Produkt eindeutig zuzuordnen.

**Abb. 12** zeigt ein einfaches Beispiel einer relationalen Datenbank zur Erfassung der Produktionsdaten von Gussteilen. Die obere Tabelle speichert dabei lediglich die Gussteilbezeichnung und eine ihm zugeordnete ID. Dieser ID werden dann in den beiden anderen Tabellen Daten bezüglich der Formanlage, auf der das Gussteil produziert wurde, bzw. bezüglich der Ofenanlage, die die Schmelze für das Gussteil geliefert hat, zugeordnet und gespeichert. Dadurch ist es möglich, einem

**Tabelle 4: Aufteilung der funktionsabhängigen Zufallsvariablen für die Zugfestigkeit.**

C [%]	Si [%]	Mg [%]	Zugf. [N/mm <sup>2</sup> ]	Z_disk. [-]
13,59	2,71	0,052	485,0	2
3,56	2,72	0,041	481,0	1
3,61	2,63	0,042	479,0	1
3,62	2,68	0,049	470,0	0
3,63	2,66	0,054	493,0	2
3,62	2,63	0,053	461,0	0
3,72	2,78	0,048	469,0	0
3,67	2,72	0,055	480,0	1
3,58	2,62	0,047	467,0	0

0 – nicht o. k.: Zugfestigkeit < 479 N/mm<sup>2</sup>

1 – kritisch: 479 N/mm<sup>2</sup> ≤ Zugfestigkeit ≤ 481 N/mm<sup>2</sup>

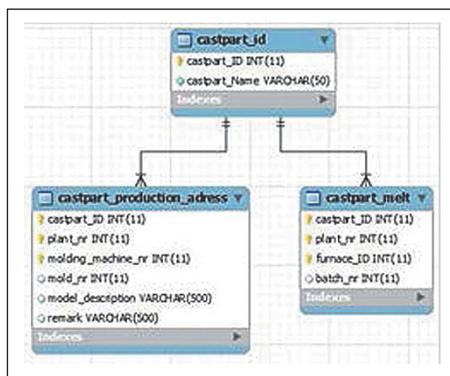
2 – o. k.: Zugfestigkeit > 481 N/mm<sup>2</sup>

Abb. 11: Abfragefenster der EIDowiba.

Gussteil bzw. einem Modell je nach Charge mehrere Produktionsstandorte oder Formanlagen, auf denen dieses Teil gefertigt werden kann, sowie mehrere Ofenanlagen, in denen die Schmelze hergestellt werden kann, zuzuordnen, ohne, wie in einfachen Tabellen nötig, Daten der jeweils anderen Tabellen mehrfach eingeben und speichern zu müssen, was eine redundante (mehrfache) Datenhaltung bedeuten, und somit unnötig Speicherplatz belegen würde.

In IPRO wurde die relationale Datenbank EIDofsb (fsdb – foundry standardized database) entwickelt, um die Daten des gesamten Fertigungsprozesses von Gießereien platzsparend zu speichern und unmittelbar einem Produkt zuzuordnen zu können.

Abb. 12: Einfaches Beispiel für den Aufbau einer relationalen Datenbank.



EIDOfsdb enthält alle möglichen Attribute von Gießereiprozessen in standardisierter Form. Standardisiert heißt, dass die Attribute genau dokumentiert, die Wertebereiche und die physikalische Dimension festgelegt werden. Die EIDOfsdb enthält sämtliche definierten Qualitätsdaten und stellt somit auch die entsprechenden Trainings- und Validierungsdaten für die *Functionbox* eines Teilprozesses zur Verfügung. Diese werden mit einem SQL-Skript an den IAM übergeben.

Bei der Entwicklung dieser Prozessdatenbank wurde das Datenbankmanagementsystem (DBMS) MySQL verwendet. Mit einem DBMS kann sowohl die Struktur einer Datenbank als auch deren Inhalt bearbeitet werden. Da jedoch zum einen die Bearbeitungs- und Eingriffsmöglichkeiten des DBMS MySQL für den täglichen Gebrauch der EIDOfsdb in Gießereien zu umfangreich sind, zum anderen jedoch MySQL-Oberflächen nicht bedarfsgerecht an die Handhabung in Gießereifertigungen angepasst sind, wird zusätzlich zur eigentlichen Datenbank ein Graphik-User-Interface (GUI) entwickelt, um es dem Gießer zu ermöglichen, schnell und unkompliziert auf Daten zuzugreifen und diese bearbeiten zu können.

Die EIDOfsdb liefert auch die Datenbasis für die statistischen Auswertungen des EIDominers. Alle Produktions- und Umgebungsdaten mit den erzielten Qualitätseigenschaften des jeweils gefertigten Gussteils werden diesem zugeordnet und in der Datenbank gespeichert. Damit kann die Historie eines jeden gefertigten Gussteils dokumentiert werden.

Die EIDOfsdb bietet somit nicht nur eine unverzichtbare Basis zur automatischen Regelung von Gießereiprozessen, sondern ermöglicht es dem User auch, die Daten des Fertigungsprozesses unmittelbar einzusehen und Abweichungen von den Sollvorgaben zu erkennen. Hierfür können auch Prozessgrenzen in der EIDOfsdb hinterlegt und mit einer Änderungshistorie nachverfolgt werden. Der modulare Aufbau der EIDOfsdb ermöglicht es, die Datenbank jederzeit um neue Module zu erweitern und somit weitere Fertigungsprozesse bzw. Subprozesse datentechnisch zu erfassen.

### Ausblick

Es wurde bereits hervorgehoben, wie wichtig die Aufbereitung der Daten ist, bevor diese als Trainings- oder Validierungsdaten an die Lernalgorithmen des IAM übergeben werden. Daher kann der Präprozessor, der im IAM für diese Aufbereitung zuständig ist, ständig verbessert werden. Ein Focus liegt dabei auf den un-

ausgewogenen Datensätzen mit einem kleinen IR-Quotienten, die gerade bei Qualitätsdaten häufig vorkommen. Solche Daten müssen so überarbeitet werden, dass die Algorithmen des IAM auch auf der Basis dieser Daten lernen können.

Der Präprozessor kann bereits (auch verrauschte) lineare Abhängigkeiten von Spalten der Eingabematrix der funktional unabhängigen Zufallsvariablen erkennen und somit die Anzahl dieser Spalten reduzieren. Es werden momentan Methoden entwickelt, mit denen darüber hinaus nichtlineare Abhängigkeiten erkannt werden können. Auch wenn weder lineare noch nichtlineare Abhängigkeiten zwischen den funktional unabhängigen Variablen bestehen, so können einige dieser Variablen einen sehr starken und andere wiederum nur einen geringen Einfluss auf die funktional abhängigen Variablen (also die Qualitätskennwerte) haben. Solche Haupteinflussanalysen werden zukünftig ebenfalls im Präprozessor des IAM zur Dimensionsreduktion der Eingabematrix implementiert werden. Mit dem Supervisor des IAM kann dann überprüft werden, ob der dimensionsreduzierte Datensatz mit den Haupteinflusskomponenten in einem Prozess oder Teilprozess bessere Prognoseresultate erzielt als der Datensatz, der alle oder eine erweiterte Teilmenge der funktional unabhängigen Variablen enthält.

Die *Functionbox* ist modular programmiert, und somit kann die Anzahl der Analysefunktionen problemlos erweitert werden. Weitere Data-Mining-Tools wie Fuzzy-Algorithmen, Logistische Regression, Weighted Euklidian Distance und Decision Trees (Random Forest, CART, CHAID, C4.5) sind in Entwicklung und teilweise in ihrer Entwicklung schon abgeschlossen.

Der Postprozessor des IAM wird mit verbesserten Analysemethoden für den Supervisor ausgestattet. Da die Eingabematrix für den Supervisor ebenfalls aus funktional unabhängigen Variablen (den Prognoseergebnissen der beteiligten Prognosefunktionen) und den bekannten funktional abhängigen Variablen besteht, können zum Trainieren und Validieren des Supervisors Methoden des maschinellen Lernens eingesetzt werden. Der Supervisor ist somit auch lernfähig und kann mit fortlaufender Prozesshistorie die Qualitätskennwerte auf Datenbasis der funktional unabhängigen Variablen immer besser prognostizieren.

Das wissensbasierte System EIDOWiba wird so erweitert, dass unscharfe Regeln (Fuzzy-Regeln) implementiert und durch unscharfes Schließen (Fuzzy reasoning) ausgewertet werden können.

Dieser Beitrag repräsentiert Ergebnisse des EU-Verbundforschungsvorhabens „IPRO-Intelligent Process Control in Foundry Manufacturing“, das als Eurostar-Projekt unter der Ziffer E!5092-IPRO gefördert wurde. Projektträger für die Deutschen Partner Claas Guss GmbH, Gütersloh, Kemptener Eisengießerei Adam Hönig AG, Kempten, Eidologic GmbH, Recklinghausen, Hochschule Kempten, Kempten, war das Eureka/COST-Büro der DLR.

### Literatur

- [1] Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie. Die Branche. [http://www.bdguss.de/de/die\\_branche.html](http://www.bdguss.de/de/die_branche.html) (Stand: 22.06.2012).

- [2] Bätzel, D.; Gausemeier, J.; Grienitz, V., u. a.: Gießerei 2010 – Strategie für die deutsche Gießerei-Industrie. Verein Deutscher Giessereifachleute, Düsseldorf, 2002.
- [3] Giesserei 89 (2002), [Nr. 9], S. 39–45.
- [4] Giesserei 90 (2003), [Nr. 6], S. 36–42.
- [5] VDG, VDMA, PTKA-PFT: Zukunftsfähigkeit durch Erhöhung der Fertigungsflexibilität: VDMA-VDG-Fachgespräch, Düsseldorf, 7.7.2005. [http://www.produktionsforschung.de/ucm/groups/contribution/@pft/documents/native/ucm01\\_000321.pdf](http://www.produktionsforschung.de/ucm/groups/contribution/@pft/documents/native/ucm01_000321.pdf) (Stand: 19.06.2012).
- [6] Kusiak, J.: Artificial neural networks – Application in metal forming. Verformungskundliches Kolloquium, Leoben, Österreich, 2003. S. 52–60.
- [7] Lindhoff, D.; Sörgel, G.; Gramckow, O., u. a.: Erfahrungen beim Einsatz Neuronaler Netze in der Walzwerksautomatisierung. Stahl und Eisen (1994), [Nr. 4], S. 49–53.
- [8] Protzel, P.: Anwendung und Entwicklung neuronaler Verfahren zur autonomen Prozess-Steuerung. BMPF-Verbundprojekt 1999.
- [9] Druckenthaner, H.; Schürz, B.; Schaler, M., u. a.: VAiron blast furnace optimisation. Steel Times International (2000), [Nr. 8], S. 290–293.
- [10] Bettinger, D.; Pillmair, G.; Schürz, B., u. a.: Benefits due to expert system controlled blast furnace operation. Vorteile der Steuerung des Hochofengangs mit Hilfe eines Expertensystems. Iron and Steel Technology Conference, AISTech., Beirut, Libanon, 2004. S. 409–417.
- [11] Bettinger, D.: Der Hochofen denkt mit. Regelkreis für umweltschonenden Betrieb. Umweltmagazin (2006), [Nr. 4/5], S. 15–16.
- [12] Hörl, J.; Schaler, M.; Stohl, K., u. a.: Expertensysteme als nächste Stufe der Hochofenoptimierung. Stahl und Eisen (2007), [Nr. 4], S. 63–74.
- [13] Moynihan, G. P.: Expert systems in foundry operations. S. 1273–1292. In C. T. Leondes (ed.), Knowledge-based systems: Systems techniques and applications. Academic Press, San Diego, Calif., USA, London, UK, 2000.
- [14] Sudesh, K.; Prakash, G.; Roshan, H.: Knowledge-based expert system for analysis of casting defects. Transactions of the American Foundrymen's Society (1989), [Nr. 145–150]
- [15] Sreenivas, K.; Sengupta, S.; Chakrabarty, M.: Modcas – a knowledge based expert system for defect diagnosis in castings. Modcas – ein Expertensystem zur Gussfehlerdiagnose. Indian Foundry Journal (1994), [Nr. 6], S. 1–8.
- [16] Nanda, N.; Smith, K.; Haberle, K., u. a.: A knowledge-based computer tool for casting process design. JOM – The Journal of the Minerals, Metals and Materials Society (1994), [Nr. 9], S. 27–30.
- [17] Giesserei 82 (1995), S. 288–292.
- [18] Monsler, D.: Wissensbasierte Systeme zur aktuellen Kapazitätsbelegung bei automatischen Formanlagen. Teil 1. Problemstellung, Potential und Anforderungen. Giesserei 82 (1995), S. 181–184.
- [19] Müller, J.; Wolf, G.; Hutten, F.: Wissensbasierte metallurgische Führung von Kupolöfen in Eisengießereien. Abschlussbericht zum AiF-Forschungsvorhaben Nr. 10406 N, Düsseldorf, 1997.
- [20] Müller, J., u. a.: Gießen '98 – der kurze Weg zum Erfolg. Deutsche Gießereitagung 1998, Göttingen. Gießerei-Praxis (1998), [Nr. 7], S. 258–267.
- [21] Gießereiforschung 51 (1999), S. 168–183.
- [22] Transactions of the American Foundry Society 113 (2005), S. 959–974.
- [23] Bettin, V.: Ansatz zur übergreifenden Qualitätsregelung von Prozessketten in der Fertigung. Shaker, Aachen, 2004.
- [24] Görz, G., u. a.: Handbuch der künstlichen Intelligenz. 3. Aufl., Oldenbourg-Verlag, München, Wien, 2000.
- [25] Neuartiges Prozessmanagement zur Verbesserung der Prozessfähigkeit bei der Fertigung von Gussteilen. Abschlussbericht AIF-Nr. 15661N, Forschungsvereinigung Gießereitechnik e.V., Düsseldorf, April 2011.
- [26] Dörmann Osuna, H. W.: Ansatz für ein prozessintegriertes Qualitätsregelsystem für nicht stabile Prozesse. Technische Universität Ilmenau, Ilmenau, 2009.
- [27] Heinrich Wagner Sinto: Forschungsprojekt „Mold-Control“ wurde gestartet. [http://www.wagner-sinto.de/newsupload/archive\\_pdf/deutsch/10000000363\\_DE.pdf](http://www.wagner-sinto.de/newsupload/archive_pdf/deutsch/10000000363_DE.pdf) (Stand: 22.06.2012).
- [28] Wirtschaftsinformatik & Management (2010), [Nr. 5], S. 40–45.
- [29] Productivity Management 15 (2010), [Nr. 1], S. 17–19.
- [30] Metall 63 (2009), [Nr. 7/8], S. 348–349.
- [31] Ott, D.: Chaos in Casting: An Approach to Shrinkage Porosity. Gold Bulletin 30 (1997), [Nr. 1], S. 13–19.
- [32] Oberflächennahe Fehler in Gussstücken aus Kupferlegierungen. AIF-Forschungsbericht 11318, Institut für Gießereitechnik, Düsseldorf, 1999.
- [33] Olson, D. L.: Data Mining and knowledge management. Chinese Academy of Sciences Symposium, CASDMKM 2004, Beijing, China, 12.–14. Juli 2004. Revised Papers. Volume 3327 of Lecture Notes in Computer Science. Springer, 2004.
- [34] Mertens, P., u. a.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik. 5. Aufl. Springer Verlag, Berlin, 2012. S. 59.
- [35] Hartmann, D.; Gottschling, J.; Suarez, R.: Intelligent process control in foundry manufacturing. Technical Forum-WTF, Brno, CZ, 1.–3. Juni 2009.
- [36] Gottschling, J.; Mauk, P. J.: Hot flow curves of metallic materials. 14<sup>th</sup> International Forgemasters Meeting, IFM 2000. Wiesbaden, 3.–8. Sep. 2000. Verlag Stahleisen, Düsseldorf, 2000.
- [37] Gottschling, J.; Mauk, P. J.; Radberg, A.: Mathematical methods to ascertain flow-curve functions for cold and hot forming. The 5th international Esaform Conference on Material Forming, Krakau, Polen, April 2002. Proceedings. S. 719–723.
- [38] Gottschling, J.; Mauk, P. J.: Neue Methoden zur Beschreibung von Warmfließkurven für Berechnungen beim Warmwalzen. 73. Tagung der AIKW, Brescia, Italien, 15.–17. Oktober 2003.

#### Kontaktadressen:

Prof. Dr.-Ing. Dierk Hartmann  
Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten  
Labor für Werkstofftechnik und Betriebsfestigkeit  
D-87435 Kempten | Bahnhofstrasse 61  
Tel.: +49 (0)831-2523-195  
Fax: +49 (0)831-2523-229  
E-Mail: dierk.hartmann@hs-kempten.de

Prof. Dr. rer.nat. Johannes Gottschling  
Mathematik für Ingenieure | Universität Duisburg-Essen  
Campus Duisburg | Fakultät für Ingenieurwissenschaften  
Institut für Technologien der Metalle (itm)  
Postadresse: Forsthausweg 2 | D-47057 Duisburg  
Hausadresse: Friedrich-Ebert-Straße 12  
Gebäude ST | D-47119 Duisburg  
Tel. +49 (0)203 379-2359 | Fax: +49 (0)203 379-3464  
E-Mail: johannes.gottschling@uni-due.de

# Rohrförmige Hochleistungsfilter in Schaumkeramik für die Gießereiindustrie\*)

*High Performance Tubular Foam Ceramic Filters for the Foundry Industry*



**Ulrich Voigt,**  
Business Line Manager Europa für  
Filter bei ASK Chemicals



**Lee Horvath,**  
Business Line Manager Americas für  
Schlichten, Additive & Hilfsstoffe.

**Schlüsselwörter:** Schaumkeramikfilter, Röhrenfilter, Rohrfilter, Zirkonoxidfilter, Metallfiltration

## Abstract

Der Einsatz von schaumkeramischen Filtern aus hochreinem Zirkonoxid ist heute Stand der Technik im Gießereiwesen. Diese hochleistungsfähigen Metalloxide ermöglichen die Filtration von verschiedenen Arten von Stahl- und Eisenguss. Weltweit werden jeden Monat viele tausend Tonnen Stahl und Eisen durch diese Filter gegossen.

Die Hauptvorteile dieser Filter liegen in der optimalen Nutzung vorhandener Eingussysteme und der erhöhten Produktionseffizienz durch die Reduzierung oder den kompletten Wegfall von Nachbearbeitungen.

In diesem Artikel wird gezeigt, wie Filter heute in der Produktion als kostengünstige Hilfsmittel zur Erhöhung der Produktivität eingesetzt werden. Beschrieben wird außerdem das Filtermaterial, seine einzigartige Struktur und seine Funktionsweise. Der Schwerpunkt dieses Artikels liegt auf der Filtration großer Stahl- und Eisengussstücke, bei denen die Filtration zwar sehr wichtig, aber auch sehr schwierig ist. Die gängigen Verfahren beim Einsatz von Schaumkeramikfiltern in diesem Anwendungsfeld stoßen an ihre Grenzen und können manchmal mehr schaden als nutzen. Ein äußerst wichtiger Aspekt bei jeder Filtration ist die Sicherheit, die gegeben sein muss, damit der Anwender sich darauf verlassen kann, dass keine unerwünschten Nebenwirkungen, wie Risse oder Brüche, auftreten. Um dies effektiv verhindern zu können, wurde die Filtergeometrie erfolgreich dahingehend modifiziert, dass Schaumkeramikfilter in rohrförmiger Ausführung eingesetzt werden. Die Verwendung dieser Geometrie, die sich deutlich von den herkömmlichen Formen schaumkeramischer Filter abhebt, wird in diesem Artikel beschrieben und mit entsprechenden Fallstudien belegt.

## Einleitung

Aufgrund der steigenden Anforderungen an die Qualität heutiger Gussstücke – insbesondere bei sehr großen und dickwandigen Formen – ist die effektive und vor allem sichere Filtration während des Gießens unverzichtbar geworden. Der Einsatz herkömmlicher Filter in runder oder quadratischer Plattenform führt allerdings zu Einschränkungen und Sicherheitsrisiken, die sich häufig in Form von Filterbrüchen offenbaren.

Um dies effektiv verhindern zu können, wurde die Filtergeometrie erfolgreich dahingehend modifiziert, dass Schaumkeramikfilter in rohrförmiger Ausführung im Stahl- und Eisenguss eingesetzt werden.

Erste gemeinsame Versuche mit einer namhaften deutschen Gießerei, die hoch beanspruchte Gussteile für Windkraftanlagen herstellt, haben gezeigt, dass diese Geometrie gegenüber den weit verbreiteten plattenförmigen Standardfiltern beträchtliche Vorteile aufweist.

Die Gefahr von Filterbrüchen wurde nachhaltig reduziert, während gleichzeitig die Handhabung vereinfacht und die effektive Filterfläche vergrößert werden konnte. Darüber hinaus sind die Stirnflächen der rohrförmigen Filter vollständig verschlossen worden, sodass ein mögliches Abbrechen der oberen oder unteren Kanten und damit das Risiko von Einschlüssen des Filtermaterials in der Gießform praktisch ausgeschlossen ist. Gleichzeitig konnte aufgrund der filtertechnischen Auslegung ein äußerst kompakter und in sich höchst stabiler Filter realisiert werden. Die Versuchsauswertungen haben gezeigt, dass die Filterstruktur nach der hohen Belastung beim Durchfluss vieler Tonnen flüssigen Metalls im zweistelligen Bereich keinerlei Verwindung, Verformung oder Rissbildung aufwies.

Rohrförmige Schaumkeramikfilter eignen sich ausgezeichnet für die sichere Filtration großer Mengen Schmelze und überzeugen durch höchste Robustheit. Zu den Vorteilen dieses Designs gehören eine, im Vergleich zu herkömmlichen Standardfiltern derselben Größe, mehr als dreifach größere Filterfläche, eine selbststützende Form, ein minimales Filterbruchrisiko, ein kompakter Aufbau sowie der schnelle und unkomplizierte Einbau.

Zusätzlich wurde für diese Filterart ein Universalgehäuse entwickelt, das sowohl im Eisen- als auch im Stahlguss eingesetzt werden kann. In Anlehnung an die Form des Röhrenfilters wurde ein sehr kleines, kompaktes aber leistungsfähiges Gehäuse entworfen. Dieses Konzept sieht vor, nur einen Röhrenfilter pro Gehäuse einzusetzen, was die Komplexität und die Anzahl der notwendigen Komponenten eines effektiven Filtrationssystems, bei gleichzeitiger Verbesserung der Systemsicherheit und -stabilität, reduziert. Aufgrund der überlegenen Auslegung von Rohrfilter und -gehäuse konnte die Gefahr eines Filterbruches praktisch gebannt werden. Mit diesem Komplettsystem ver-

\*) Copyright 2014 World Foundry Organization.

fügt der Gießer über ein sicheres, leicht handhabbares und effektives Instrument für die Filtration großer Mengen flüssigen Metalls.

## Filtration geschmolzener Metalle

Die Filtration der verschiedensten flüssigen Metalle und ihrer Legierungen ist heute Stand der Technik und tägliche Praxis in der Gießereiindustrie [1]. Von den ersten Filtern, die im vergangenen Jahrhundert eingesetzt wurden, hat sich bis zu den heute verwendeten Modellen in der Entwicklung eine ganze Menge getan. Zunächst bei Metallen mit niedrigem Schmelzpunkt, wie z.B. Aluminium, getestet, zeigte sich, dass nicht-metallische Einschlüsse durch Einsatz von Filtern entfernt werden, wodurch höherwertige Gussstücke mit z.B. besseren physikalischen Eigenschaften gefertigt werden konnten. Die Filtertechnik wurde weiterentwickelt und mit einer Vielfalt anderer Metalloxide getestet. So konnte in Bereiche vorgedrungen werden, in denen Filter aufgrund der Gießtemperaturen und -zeiten vorher nicht eingesetzt werden konnten. Schließlich wurden die ersten Gussstücke aus Eisen und Stahl unter Einsatz dieser Filtertechnik produziert. Es wurden mehrere verschiedene Filterarten und -ausführungen entwickelt, zu denen einfache Siebe und gepresste bzw. extrudierte Filter gehören (Abb. 1). In verschiedenen Untersuchungen und Artikeln wurde allerdings festgestellt, dass der Schaumkeramikfilter die effizienteste Filterstruktur aufwies [2].

Die Struktur bei dieser Art von Keramikfiltern besteht aus einem offenporigen, durchgängigen Netzwerk aus Hohlräumen, dessen Poren in dodekaedrisch ausgebildeten Zellen bestehen (Abb. 2).

Die Metallschmelze fließt durch diese verwundenen und verschlungenen Kanäle. Durch die Fähigkeit, diese keramische Struktur aus Hochleistungsoxiden herzustellen, konnten diese Werkstoffe für die Filtration von Metalllegierungen bis zu einer Temperatur von über 1700 °C optimiert werden. Das am besten geeignete keramische Material für die Filtration von Stahl- und Eisenlegierungen ist ein teilstabilisiertes Zirkonoxid (PSZ/Mg) mit Magnesiumoxid als Stabilisierungsmittel [4]. Dieser Werkstoff besitzt eine exzellente Temperaturschockfestigkeit. Darüber hinaus weist er eine sehr gute chemische, mechanische und thermische Widerstandsfähigkeit auf [3].

Die Keramik kann plötzliche Temperaturwechsel von Raumtemperatur auf über 1700 °C ohne Kriechen

oder gar Schmelzen vertragen. Sie ist reaktionsträge und daher in der Lage, den korrosiven Einwirkungen der Legierungen und Schlacken, mit denen sie in Kontakt kommt, zu widerstehen.

## Aktuelle Filtrationsverfahren für große Gussstücke

Bei der Anwendung von Filtern für große Gussstücke müssen entsprechend große Filterflächen für die effektive und effiziente Filtration zur Verfügung stehen. Da die Leistungsfähigkeit eines Filters typischerweise in Kilogramm pro Flächeneinheit oder Flächeneinheit und Zeit angegeben wird, muss eine ausreichend dimensionierte Filterfläche eingesetzt werden. Dies kann bei zu filternden Schmelzen von mehreren Tonnen zu einer echten Herausforderung, sowohl für den Anwender als auch für den Hersteller des Filters, werden.

Wenn zum Beispiel ein Gussstück mit einem Gesamtgewicht von 12 Tonnen mithilfe von Schaumkeramikfiltern gegossen werden soll, ist eine wirksame Filterfläche von ca. 3000 cm<sup>2</sup> bis 3334 cm<sup>2</sup> erforderlich, ggfs. mehr je nach Metalltyp und weiteren Bedingungen. Dieser Wert wird durch die, in den Datenblättern verschiedener Hersteller von schaumkeramischen Filtern angegebene, durchschnittliche Filterleistung [5, 6] näher bestimmt und vorgegeben.

Wenn man die erforderliche Filterfläche auf einen typischen Standardfilter umrechnet, wären mindestens 14 Filterelemente mit einer Fläche von 150 x 150 mm notwendig. Dies ist zunächst ein theoretischer Wert, der in der Praxis eher höher ausfällt.

Leider ist es im Normalfall nicht möglich, die Anzahl der Filter so weit zu reduzieren, bis sie genau der Filtermenge entspricht, die durch die Techniker festgelegt wurde und für die Anzahl der Anschnitte am Gussstück optimal wäre. Ideal wäre es, jeden einzelnen Anschnitt mit einem Filter (oder Filtrationssystem) zu versehen. Diese Filter sollten sich so dicht wie möglich am Anschnitt befinden, um die Vorteile des Filters voll und ganz zu nutzen.

Die Herstellung von entsprechend großen Filtern mit der erforderlichen Filterfläche in einem Stück ist ein technisch anspruchsvolles Unterfangen, das zusätzliche Risiken birgt und wirtschaftlich kaum vertretbar ist.

Diese und weitere Gründe haben dazu geführt, dass verschiedenste Wege beschritten worden sind, um Filter auch bei großen Gussstücken einsetzen zu können. Einige dieser Methoden sind nachfolgend beschrieben:

### Mehrere Filter in einer Reihe

Diese Methode des Filtereinbaus ist relativ weit verbreitet und besonders in Eisengießereien zu finden. Standardfilter werden in großer Zahl Seite an Seite in einer „Filterbank“ angeordnet, um die erforderliche Filterkapazität zu erreichen.

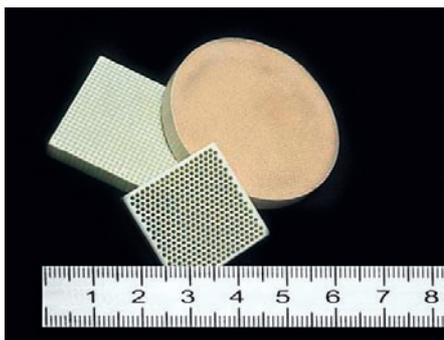


Abb. 1: Gepresste und extrudierte Filter

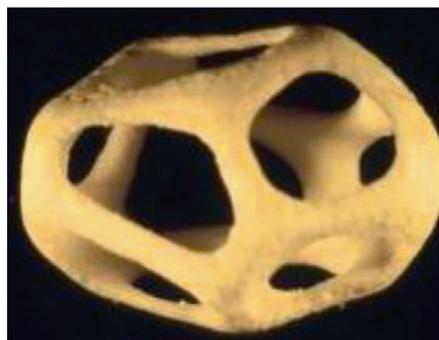


Abb. 2: Typische Filterzelle in Dodekaeder-Form



Abb. 3:  
Einsatz mehrerer  
Filter in Reihe

In **Abb. 3** ist eine typische Anordnung mehrerer Filter in Reihe dargestellt. Hier kann man die nebeneinander installierten Filter ohne zusätzliche Stützung an den Stößen erkennen.

### Filter mit großen Abmessungen

Selbstverständlich eignen sich entsprechend große Filter auch für die Filtration großer Mengen flüssigen Metalls. Mittlerweile sind Größen bis 300 mm im Durchmesser zu realisieren. **Abb. 4** zeigt ein Beispiel eines solchen großen Filters.



Abb. 4:  
Großer Filter

### Spezielle Filterhalter

Der Einsatz von Filterhaltern aus Schamotte oder anderen feuerfesten Werkstoffen (**Abb. 5**) ist eine weitere Möglichkeit, wie derzeit größere Mengen flüssigen Metalls filtriert werden. Momentan verwenden die Metallgießer Filterhalter für Filter mit Durchmessern bis 250 mm. Ein Vorteil hierbei liegt darin, dass diese Elemente problemlos an standardisierte Gießsysteme angeschlossen werden können (sog. Holloware – vorgefertigte Standard-Giessysteme).

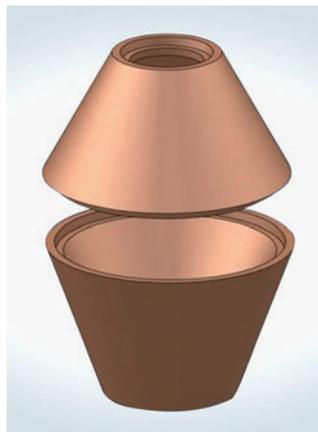


Abb. 5: Typischer Filterhalter

### Filterkarussell

Der Einsatz speziell entwickelter Einheiten, wie das „Filterkarussell“ [7], ermöglichte es z.B. bei großen Gussstücken zum ersten Mal, die Vorteile von Filterhaltern und sehr großen Filterflächen zu vereinen (**Abb. 6**). Dies führte zu einer Vergrößerung des Filtra-

tionsvolumens in einem einzigen Bauteil. Wie der Filterhalter auch, kann das Filterkarussell direkt an die standardisierten Gießsysteme montiert werden, da die erforderlichen Anschlüsse vorhanden sind. Ein weiterer Vorteil ist die Verfügbarkeit dieser Typen in verschiedenen Größen, sodass die Gießerei wählen kann, welche Bauart am besten zum jeweiligen Gussstück und der dafür erforderlichen Schmelzemenge passt.

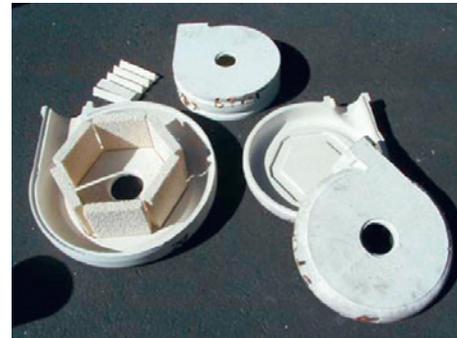


Abb. 6:  
Filterkarusselle

### Einschränkungen und Probleme bei aktuellen Filtrationsverfahren

Leider sind alle genannten Systeme in ihren Anwendungsmöglichkeiten eingeschränkt und können trotz der oben aufgeführten Vorteile auch mit potenziell großen Nachteilen behaftet sein. Jede dieser Anwendungen hat ihre Schwächen, die letztendlich auch zu einem verunreinigten Gussteil oder sogar zu Gusschrott führen können. Die Nachteile der aktuell genutzten Systeme werden nachfolgend genauer beschrieben.

### Mehrere Filter in einer Reihe

Diese Methode der Filtration ist relativ weit verbreitet und besonders in Eisengießereien zu finden. Standardfilter werden in einer Filterbank aneinandergereiht, bis die erforderliche Gesamtkapazität erreicht ist. Der Anwender kann die Filter sowohl (platzsparend) in einer Reihe anordnen als auch serienmäßige Standardprodukte verwenden. Für sich genommen wäre das sehr vorteilhaft, wenn es da nicht einige Punkte gäbe, die zum Nachteil gereichen:

- Filter können nur in großer Entfernung zum Anschnitt platziert werden, wodurch die vorteilhafte Verminderung von Turbulenzen nicht voll genutzt werden kann
- In den meisten Fällen können Filter nur in der Teilungsebene platziert werden
- Keine umlaufende Stützung der Filter
- Ungleichmäßige Verteilung des Metalls
- Ein paar wenige Filter müssen die gesamte Schmelze filtern, während der Rest der Filter in der Reihe nur wenig zur Filtration beiträgt
- Einige Filter können überlastet werden
- Große Gefahr des Filterbruchs

Die Gefahr des Filterversagens durch die ungleichmäßige Belastung der Filter darf nicht unterschätzt werden. Dies wird durch die fehlende strukturelle Stützung an den Stoßstellen der Filter noch verstärkt. Des Weiteren können beim Aneinanderreihen der Filter Partikel aus der Filterfläche herausbrechen und in die Form gelangen.

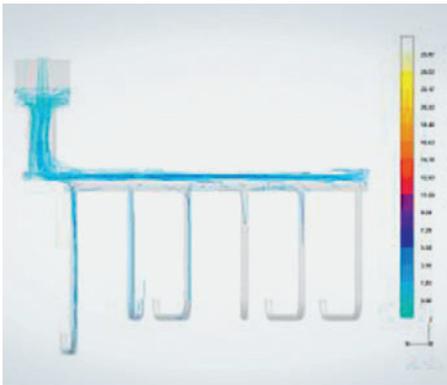


Abb. 7: Beginn des Gießens einer Filterbank

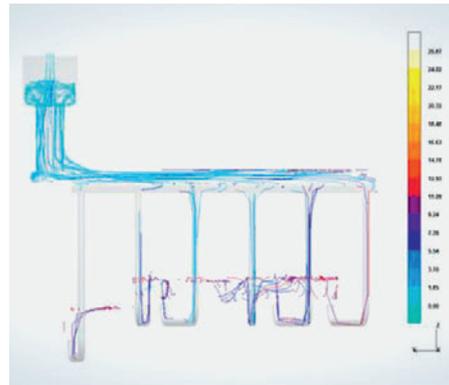


Abb. 8: Während des Gießvorganges: Einige Zuläufe werden kaum genutzt, andere sind überlastet

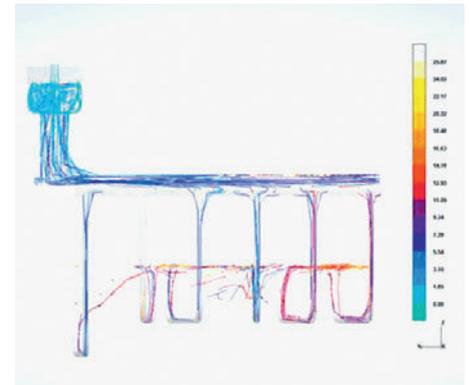


Abb. 9: Während des Gießvorganges: im späteren Stadium der Füllung, aber keine signifikante Veränderung

In den **Abb. 7 bis 9** sind Verteilungsmuster des Metalls zu sehen, die sich durch diese Filtrationsmethode ergeben. Diese Simulation wurde mit einer bewährten gießereitechnischen Simulationssoftware durchgeführt und zeigt, wie schlecht sich das Metall verteilt, wenn mit aneinandergereihten Filtern gearbeitet wird.

### Filter mit großen Abmessungen

Die Ideallösung wäre die Verwendung einiger weniger großer Filter, da so nur ein paar wenige, sondergefertigte Filter, nötig wären, um die erforderliche Anzahl an Anschnitten abzudecken. Darüber hinaus könnten diese Filter relativ nahe am Gussstück und an den Anschnitten eingebaut werden.

Leider ist es in der Realität nicht möglich, Schaumkeramikfilter in jeder Größe und Form herzustellen. Jenseits einer bestimmten Größe ist die Herstellung mit heutigen Mitteln nicht mehr wirtschaftlich oder überhaupt möglich. Man kann momentan Schaumkeramikfilter für den Eisen- und Stahlgussbereich bis zu einer maximalen Größe von 300 mm herstellen (siehe auch **Abb. 10** – in einem Speiser) und für Nichteisenmetalle bis zu 600 mm (**Abb. 11**).

Mit zunehmender Größe muss aber auch die Dicke des Filters erhöht werden. Damit einher steigt die Gefahr einer Filterblockade rasant an, da der Filter im Moment des Angießens nicht ausreichend aufgeheizt wird (Priming) und die Schmelze noch im Filter erstarrt.

Entsprechend große Filter sind dann sehr wirtschaftlich, wenn die Gießerei mit dem direkten Gieß-

verfahren (z.B. Speisereingussverfahren) arbeitet. Durch den Wegfall des Großteils des Gießsystems können Gussstücke sehr wirtschaftlich produziert werden. Leider sind Gießereien durch den bestehenden Kostendruck oftmals gezwungen, so viel Metall wie möglich durch einen Filter zu gießen. Und dies ist oft mehr als der Filter – basierend auf den Grenzen seines Leistungsvermögens – tatsächlich vertragen kann. Die Folge ist ein sofortiger Filterbruch (**Abb. 12**).



Abb. 12: Filterteile im Gussstück: sichtbar nach Bearbeitung

Die Nachteile dieser Filteranwendung auf einen Blick:

- Der Filter wird vorwiegend an gesonderten Einbaustellen platziert und benötigt besondere Stützkonstruktionen (innerhalb des Gießtumpels/-trichters)
- Hauptsächlich für das Direktgießen verwendet
- Ungenügendes Priming führt zu Filterblockaden
- Filter werden durch Anwender überlastet, was zu einem hohen Filterbruchrisiko führt



Abb. 10 (links): Nach unten zulaufender Speiser mit großem, angepasstem Filter  
Abb. 11 (oben): Große Filter für Nichteisenmetalle

## Spezielle Filterhalter

Die Verwendung spezieller Filterhalter aus feuerfestem Material scheint auf den ersten Blick eine gute Methode zu sein. Bei genauerem Hinschauen erkennt man allerdings, dass diese Variante bei der Herstellung großer Gussteile ebenfalls anfällig für Fehler ist. Bei Verwendung eines Filterhalters ist meist ebenfalls ein sehr großer Querschnitt für eine wirksame Filtration erforderlich. Wie oben erwähnt, stehen wir wieder vor dem Problem, eine entsprechend große Menge Metall wirksam zu filtrieren. Wie schon gesagt, kann ein Filter nur bis zu einer bestimmten Größe hergestellt werden und daher meist nur einen Teil der erforderlichen wirksamen Filterfläche bieten. Es müssen also mehrere Filter – und damit auch mehrere Filterhalter – verwendet werden (mindestens ein Halter pro Filter).

In **Abb. 5** ist ein typischer Filterhalter zu sehen. Im Betrieb kann dieses System nur eine bestimmte Menge an Metall filtern, bis die Kapazität erschöpft ist. Diese zu erhöhen, kann nur durch den Einsatz mehrerer Filterhalter erreicht werden. Das resultiert allerdings in einem Aufbau, welcher wieder dem Einsatz vieler Filter in einer Reihe entspricht! Dieser Fall (und seine Nachteile) sind hier bereits beschrieben worden. Darüber hinaus kann es zu einer übermäßigen Belastung kommen, die zur Durchbiegung und einem anschließenden Versagen (Bruch) des Filters führt (siehe **Abb. 13**).

In **Abb. 13** kann man deutlich erkennen, dass der Filter hier kurz vor dem Bruch stand, aber noch hielt – oder mit anderen Worten: Der Metallgießer hatte seinen Glückstag!

Zusammenfassend lassen sich folgende Nachteile aufführen:

- Der Filter muss in besondere Filterhalter aus feuerfestem Material eingesetzt werden
- Maximale Kapazität durch handelsübliche Filtergrößen begrenzt
- Mehrere Filter für große Gussteile erforderlich
- Ungleichmäßige Verteilung der Schmelze (siehe „Filter in Reihe“)
- Häufig zu weit vom Anschnitt entfernt
- Unzureichendes Priming führt zu Filterblockaden
- Filter werden durch Anwender überlastet
- Hohes Filterbruchrisiko

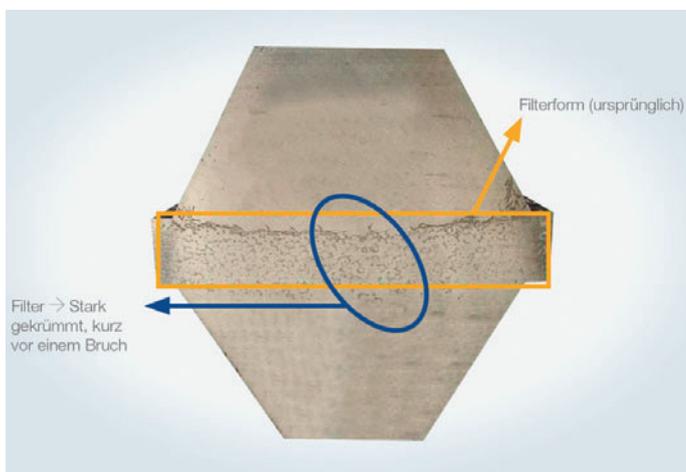


Abb. 13: Schnitt durch Filterhalter nach Einsatz – Filter stark durchgebogen

## Filterkarussell

Mit der Markteinführung des Filterkarussells wurde es zum ersten Mal möglich, auch große Mengen flüssigen Metalls effektiver zu filtrieren. Mit einem einzelnen System, das zur Verwendung in vorgeformten Gießsystemen aus feuerfestem Material konzipiert ist, können mehrere Tonnen Flüssigmetall gefiltert werden. Dem gegenüber steht die relativ schwere und umständlich zu handhabende Konstruktion des Filterkarussells. Obwohl serienmäßige Filtergrößen verwendet werden können, stellte sich die Konstruktion des Gesamtsystems als umständlich heraus (**Abb. 14**). Hinzu kamen Abmessungen und Gewicht des Filterkarussells, was zu langwierigen und durchaus komplizierten Einbauarbeiten in der Form führte.

Ein weiterer Nachteil ist das Gewicht des Filterkarussells. Es ist zwar für die Filtration großer Mengen Gießmetalls geeignet (für 4 bis 8 Tonnen Schmelze, eventuell mehr je nach Metalltyp und -art), kann aber ab einer bestimmten Größe nur mit Hilfe mehrerer Personen oder eines Kranes angebaut werden (siehe Beispiel in **Abb. 14** – mit dem Aufbau und Anschluss dieses Systems waren 2 bis 3 Arbeiter ca. 90 Minuten lang beschäftigt). Darüber hinaus schluckt dieses System



Abb. 14: Aufbau von vier schweren Filterkarussells

aufgrund der eigenen Abmessungen große Mengen flüssigen Metalls, was eine höhere Schmelzleistung erfordert und für mehr Kreislaufmaterial sorgt.

Als sehr kritisch wurde das Vorkommen von Brüchen an den Eckstücken des Filters in diesem System bewertet. Die Bruchgefahr der Eckstücke – z.B. wenn diese kurzzeitigen, aber hohen Drücken ausgesetzt werden, wie sie beim Einströmen der Schmelze beim Gießen auftreten (**Abb. 15**) – stellte ein großes Risiko dar.

Dies könnte zum Versagen der Eckstücke mit nachfolgendem Bruch der Filter führen, wie dann beim Schnitt der Gussteile festgestellt wurde (**Abb. 16**). Die Gussteile sind dann mit hoher Wahrscheinlich-



Abb. 15: Fehlendes Eckstück (aufgeschnittenes Filterkarussell nach dem Guss)

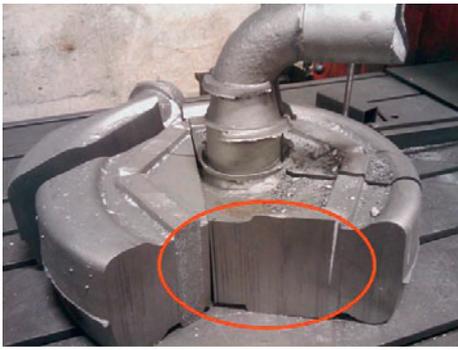


Abb. 16:  
Fehrender Filter  
(aufgeschnittenes  
Filterkarussell  
nach dem Guss)

keit Schrott, was bei Gussgewichten weit in den zwei-stelligen Tonnenbereich hinein kein kleines Problem und einen großen Verlust für die Gießerei darstellt.

Zusammenfassend lassen sich folgende Nachteile festhalten:

- Schwierige Montage und Handhabung
- Einbau erfordert viel Zeit und Platz
- System ist sehr schwer
- Große Mengen an Kreislauf, die wieder eingeschmolzen werden müssen
- Eckstücke können brechen
- Hohes Filterbruchrisiko

### Spezielle Filtergeometrie – rohrförmiger Filter

Sämtliche bisher aufgeführten Filter verfügen über eine sehr ausgeprägte und gefährliche Gemeinsamkeit: Die Gefahr des Filterbruches! Dies ist das Worst-Case-Szenario bei Filtrationsanwendungen und führt häufig zur Verschrottung des betroffenen Gussstückes. Daher stellte sich die Aufgabe, diesen gießereitechnischen GAU zu verhindern und einen Filter zu entwerfen, der zuverlässigen Schutz vor Bruch bietet. So wurde der rohrförmige Filter für Anwendung im Eisen- und Stahlbereich entwickelt (Abb. 17). Diese Ausführung des schaumkeramischen Filters vereint die bekannten Vorteile des Keramikschaumes mit weiteren sehr nützlichen Eigenschaften.

Diese Filterart wird in verschiedenen Ausführungen hergestellt und kann beidseitig (Abb. 18) oder nur einseitig (Abb. 19) offen sein.

Darüber hinaus können Länge und/oder Durchmesser der rohrförmigen Filter an die Anforderungen der jeweiligen Anwendung angepasst werden. Selbstverständlich können sie auch in den bekannten Porositäten und Materialien hergestellt werden, in denen schaumkeramische Filter mit Netzstruktur normalerweise geliefert werden.

Die Vorteile rohrförmiger Filter – abgesehen von den bei Schaumkeramikfiltern bereits bekannten – sind nachfolgend hervorgehoben:

- Mehr als die 3-fache Filterfläche im Vergleich zu herkömmlichen Standardfiltern derselben Größe bei wesentlich kompakterer Ausführung
- Selbststützende Geometrie
- Kompakte Abmessungen und Aufbau
- Schneller Einbau und unkomplizierte Handhabung
- Montage erfordert nur wenig Zeit und Platz
- Geringe Menge an Kreislauf, der wieder eingeschmolzen werden muss



Abb. 17: Verschiedene Arten von rohrförmigen Filtern



Abb. 18: Rohrförmiger Filter – beidseitig offen



Abb. 19: Rohrförmiger Filter – einseitig offen

- Einbau direkt vor dem Anschnitt möglich
- Stark reduzierte Gefahr des Filterbruches

Bei all den verschiedenen Vorzügen dieser Filterart sticht einer ganz besonders hervor. Der wichtigste Aspekt ist und bleibt die SICHERHEIT!

Die Gefahr eines Filterbruches kann durch den Einsatz von rohrförmigen Filtern auf ein Minimum reduziert werden. Dies wird durch die kompakte Struktur des Filters erreicht. Die geometrische Form des Zylinders ist (neben der einer Kugel) ein äußerst effizientes Design. Beim rohrförmigen Filter fließt die Schmelze von außen nach innen, was bedeutet, dass die gesamten hydrodynamischen und ferrostatischen Drücke an der Außenfläche des Filters anliegen und ideal durch die selbsttragende Geometrie des Zylinders abgefangen werden.

So wird die Gefahr der Zerstörung des Filters durch Bruch nachhaltig reduziert. Gleichzeitig kann auf Grund dieser Geometrie die Filterfläche vervielfacht werden. Dadurch ergibt sich eine tatsächliche Vergrößerung der Filterfläche bei verringertem Platzbedarf. Es eröffnet sich eine neue Dimension beim Einsatz von Schaumkeramikfiltern.

### Spezielle Filtergeometrie-Gehäuse

Verwendung und Einbau eines Röhrenfilters innerhalb der Gussform unterscheiden sich zwar von der des Standardfilters, sind aber in keiner Weise schwieriger. Tatsächlich wird der Einbau durch diese Filterart vereinfacht, weil rohrförmige Filter für den unkomplizierten Einbau innerhalb der Gussform nahe dem Formhohlraum konzipiert worden sind. Sie können direkt am nächsten Anschnitt platziert werden (grundsätzlich die beste Lösung – siehe auch **Abb. 20**) oder man kann ein geeignetes Positionsmodell verwenden **[8]**.

Wenn das Gießsystem aus vorgefertigten Elementen besteht, ist es besser, ein darauf zugeschnittenes Gehäuse zu haben. Das wäre die beste Lösung, weil dann ein anwendungsspezifisches System vorhanden ist. Daher war die Entwicklung eines geeigneten und hochfesten Gehäuses für diesen Filtertyp nur die logische Konsequenz.

Aufgrund dieser Anforderung wurde ein Gehäusesystem entwickelt und es entstand ein einzigartiges und zuverlässiges Filtrationssystem für die Produktion großer Stahl- und Eisengussteile (**Abb. 21**).

Dieses sichere Filtrationssystem ist nicht nur für die Produktion großer Gussstücke aus Stahl oder Eisen geeignet, sondern kann auch für Nichteisenmetalle eingesetzt werden. Das System vereint die Vorteile der röhrenförmigen Schaumkeramikfilter für große Gussstücke mit den überlegenen Eigenschaften geschlossener Gießsysteme, wodurch mehrere Tonnen Schmelze auf einmal gefiltert werden können.

Das Konzept sieht vor, nur einen rohrförmigen Filter pro Gehäuse einzusetzen, was die Komplexität und die Anzahl der Komponenten bei gleichzeitiger Verbesserung der Systemsicherheit und -stabilität verringert und damit ein effektives Filtrationssystem schafft.

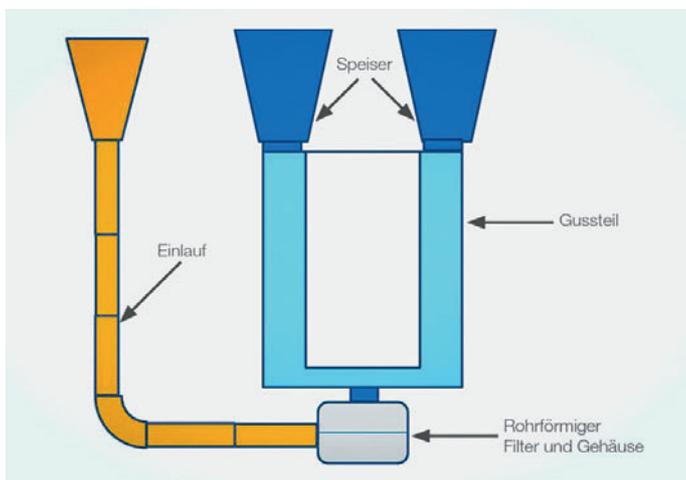


Abb. 20: Einbau eines Röhrenfilters mit Gehäuse nahe dem Anschnitt



Abb. 21: Gehäusesystem für rohrförmige Filter

Aufgrund der Auslegung von Rohrfilter und -gehäuse konnte die Gefahr eines Filterbruches praktisch gebannt werden. Durch den zusätzlichen tangentialen Zulauf des Gießmetalls durch das Gehäuse wird die Filterleistung verbessert, weil die Filterfläche länger von groben Verunreinigungen freigehalten wird.

In Kombination mit röhrenförmigen Schaumkeramikfiltern kann das System einfach und ohne zusätzliche Klebstoffe oder andere zeitaufwendige Verfahren montiert werden. Bei Verwendung mehrerer Gehäuse pro Gussstück wird die Leistung des Systems erhöht und es können große Mengen Schmelze sicher gefiltert werden. Durch zwei wahlweise verschließbare Auslässe ist eine einzige Ausführung für alle Einbaulagen (rechts, links) anwendbar. Dadurch wird das Verfahren weiter verbessert und vereinfacht – und erspart dem Anwender unnötige Lagerbestände und eventuelle Verwechslungen.

Ein Gehäusesystem setzt sich zusammen aus:

- 1 Oberteil
- 1 Unterteil
- 1 Stopfen

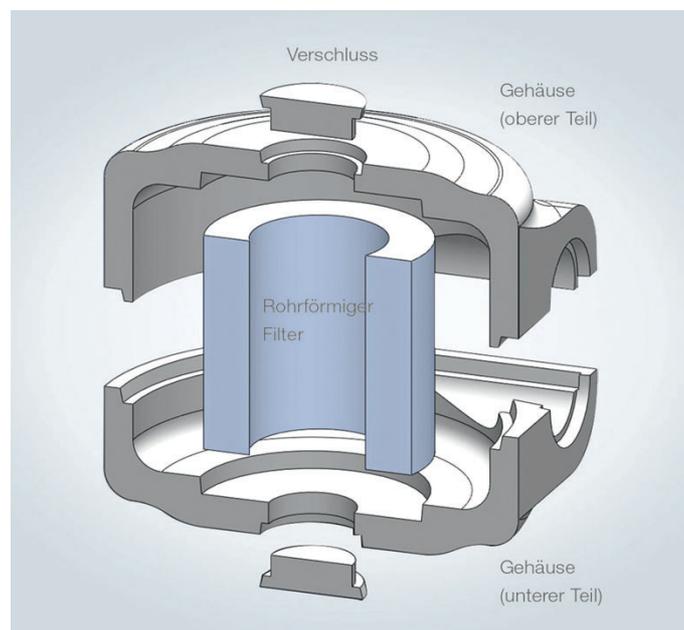


Abb. 22: Gehäusesystem für rohrförmige Filter mit eingesetztem Filter

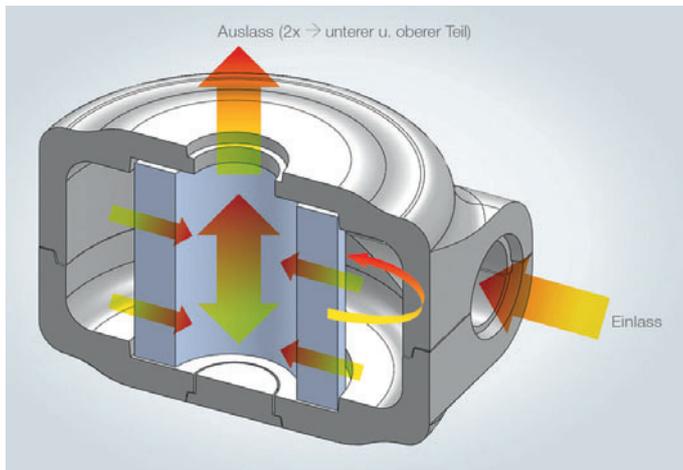


Abb. 23: Gehäusesystem – schematische Funktionsweise

Das Gehäuse besteht aus einem gebrannten, hochfeuerfesten Beton mit bester Abriebfestigkeit.

Das zu filternde Metall fließt in das Gehäuse und strömt durch den Filter zum Auslass oder wahlweise zu beiden Auslässen (**Abb. 23**).

Die Vorteile beim Einsatz dieses Systems sind:

- Kompakte Abmessungen und kompakter Aufbau
- Schneller Einbau und unkomplizierte Handhabung
- Vielseitig in der Anwendung (keine rechten oder linken Teile)
- Gehäuse aus äußerst stabilem Feuerfestbeton
- Montage erfordert nur wenig Zeit und Platz
- Geringes Gesamtgewicht im Vergleich zu älteren Systemen
- Weniger Kreislaufmaterial
- Einbau direkt vor dem Anschnitt möglich

## Simulation

Zusätzlich zu den bereits aufgeführten Vorteilen bei der Verwendung von rohrförmigen Filtern und einem speziell dafür konzipierten Gehäuse kommt hinzu, dass diese auch in einer entsprechenden Simulationssoftware nach- bzw. abgebildet werden können (**Abb. 24**). Zu diesem Zweck wurden die dreidimensionalen Daten der rohrförmigen Filter und ihrer Gehäuse für diese Software berechnet und ein Modell erstellt.

Mithilfe dieser Daten können Gießsimulationen mit diesem Filtrationssystem schnell und einfach erstellt werden (**Abb. 25**).

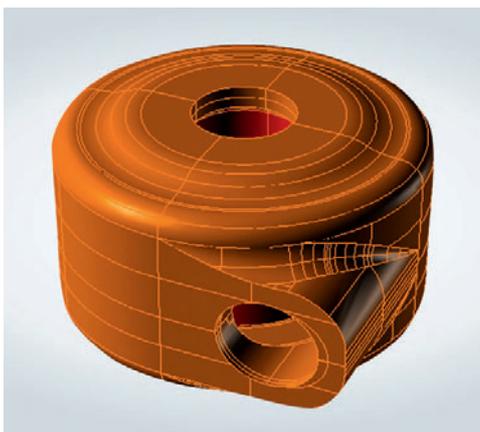


Abb. 24: Gehäusesystem mit Filter für die Implementierung in die Simulationssoftware

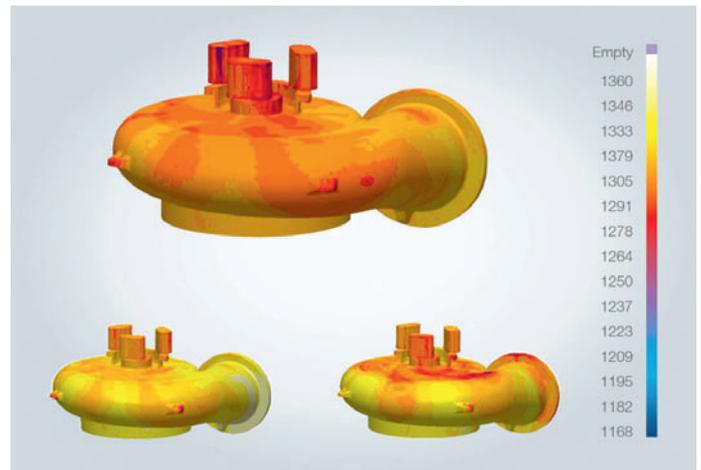


Abb. 25: Gießsimulation – Beispiel

## Fallstudien

Der rohrförmige Filter kam das erste Mal im Jahr 2012 in einer Gießerei zum Einsatz. Zu dieser Zeit wurden die ersten Versuche durchgeführt und ausgewertet – und es wurden noch einige Verbesserungen an den Filtern vorgenommen. Mitte 2012 wurden diese Filter in der großtechnischen Fertigung eingesetzt. Zurzeit werden jeden Monat Gussstücke mit einem kumulierten Gewicht von über eintausend Tonnen mithilfe dieser Filter produziert, wobei die einzelnen Gussteile zwischen 2 und 22 Tonnen wiegen. Nachfolgend sind zwei Praxisstudien aufgeführt, die kurz erläutert werden.

### Fallstudie 1

Bei dem ersten Fall geht es um die Verwendung von rohrförmigen Filtern in einer großen Eisengießerei.

Diese Gießerei stellt große und schwere Gussstücke aus Gusseisen mit Kugelgraphit mit verschiedenen Abmessungen und Gewichten her – insbesondere für Windkraftanlagen. Um die hohen Anforderungen an die Gussstücke erfüllen zu können, werden hier auch Schaumkeramikfilter eingesetzt. Diese Filter erhöhen sowohl die Reinheit der Schmelze, indem sie nichtmetallische Einschlüsse herausfiltern, und reduzieren Turbulenzen im Gießsystem.

Besonders bei der Herstellung großer Gussstücke wird mit Gießsystemen aus vorgefertigten Elementen gearbeitet – und in vielen Fällen kommen mehrere oftmals lange Querläufe zu den Anschnitten zum Einsatz. Dies kann das Entstehen von Turbulenzen begünstigen und damit auch das Risiko erhöhen, dass sich Reoxidationsprodukte in der Schmelze bilden.

Bei der ursprünglichen Anlage wurden handelsübliche Schaumkeramikfilter für große Teile mit den bekannten Abmessungen eingesetzt – also quadratische oder rechteckige Plattenfilter. Für jeden Guss wurden in Abhängigkeit der erforderlichen Schmelzemenge mehrere dieser Filter verwendet. Die Teile wurden in EN-GJS-400 gegossen, einem für diese Art Gussteil typischen Material.

Zuerst wurden plattenartige Standardfilter mit besonderen Filterhaltern aus normalen feuerfesten Materialien in der Form installiert. Es kam in der Gießerei zu unerwarteten Filterblockaden – gefolgt von Rissbil-

dung in den Filtern, was dazu führte, dass der Ausschuss stieg.

An diesem Punkt musste eine verbesserte, konsistentere und sicherere Lösung für die Filtration gefunden und implementiert werden. Hier kamen die rohrförmigen Filter ins Spiel. Zuerst wurden einige Musterfilter ausgeliefert und die Gießerei begann mit der Prüfung dieser sozusagen ersten Generation der rohrförmigen Filter. Damals wurden die Filter noch auf herkömmliche Weise gefertigt. Die ersten Exemplare wurden zwar schon sehr erfolgreich getestet, es gab aber noch Potenzial für Verbesserungen.

Zu diesen Verbesserungen gehörte die Einführung einer Randbeschichtung (Abb. 26) an den jeweiligen Stirnseiten der rohrförmigen Filter. Bei der Montage der ersten rohrförmigen Filter war aufgefallen, dass einige wenige der keramischen „Finger“ aus der Netzstruktur herausgebrochen waren. Dieses Phänomen trat nur an den Stirnseiten der Filter auf, weil sich hier die Filterstruktur und das keramische Gehäuse berühren, was dazu führte, dass (bei entsprechend grober Handhabung) einige Filterpartikel herausbrachen.

Um dies zu vermeiden, wurden die Stirnseiten der rohrförmigen Filter mit einer zusätzlichen Kantenbeschichtung (Edge Coating) versehen. Dadurch konnte das Ausbrechen der „Filterfinger“ bei der Montage erfolgreich vermieden werden, was die Handhabung des Filters viel sicherer machte. Dies hat sich besonders in der rauen Gießereiumgebung als sehr nützlich und sicherheitsfördernd erwiesen.

Nach der Einführung der Kantenbeschichtung und dem Abschluss einer längeren Versuchsphase in der Gießerei wurde deutlich, dass die Gießerei mit dieser Art Filter auch auf Dauer ausgezeichnete Ergebnisse erzielen würde. Kein einziger Filter versagte und es gab keine Probleme in Bezug auf Blockaden oder Filterbruch. Die Gießerei erkannte darüber hinaus, dass man die Anzahl der erforderlichen Gießläufe erfolgreich reduzieren kann, was wiederum weitere Vorteile mit sich brachte. Dieser Vorteil der erhöhten Ausbringung ist besonders wichtig beim Guss großer Teile mit mehr als 20 Tonnen Gießgewicht.

Heute kommen bei dieser Gießerei Filter in verschiedenen Größen und Längen zum Einsatz. Welche



Abb. 26: Stirnseitige Kantenbeschichtung

genau, das hängt von den jeweiligen Gussteilabmessungen und den entsprechenden Gießgewichten ab. Das ungefähre Gewicht beträgt pro Gusstück typischerweise 16 Tonnen, kann aber schwanken. Das Leistungsvermögen der Filter ist gleichbleibend ausgezeichnet. Mithilfe der rohrförmigen Filter konnte die Gießerei ihre Ergebnisse nachhaltig steigern und – was noch wichtiger ist – die Filterbruchrate quasi auf null absenken. Dieser Filtertyp wird dort seither täglich eingesetzt, d.h., dass zehntausende Tonnen Kugelgraphitguss durch diese Filter gegossen worden sind – und zwar mit beeindruckenden Resultaten.

### Fallstudie 2

Bei der zweiten Fallstudie geht es um die Verwendung der rohrförmigen Filter in einer Stahlgießerei – diesmal in Verbindung mit dem Gehäuse Exactfill.



Abb. 27: Oberflächenfehler am Gusstück

Bei der Herstellung eines Gusstückes stellte die Gießerei etliche Fehler an der Oberfläche des Teiles fest (Abb. 27). Einige dieser Fehler wurden als Mängel unterhalb der Oberfläche eingestuft, die hauptsächlich durch nichtmetallische Einschlüsse und wahrscheinlich übermäßige Turbulenzen verursacht worden sind. Diese Mängel mussten mit erheblichem Nachbearbeitungsaufwand beseitigt werden, um die Gusstücke in einen verkaufsfähigen Zustand zu bringen. Weil es sich hier um Stahlguss handelt, war dieser Aufwand besonders hoch. Hier waren mehrere Schritte nötig, wozu nicht nur das Ausschleifen der Fehlerstellen und das Schweißen gehörten, sondern auch die mehrmalige zusätzliche Wärmebehandlung.

Um in diesem Fall die nichtmetallischen Einschlüsse nachhaltig zu reduzieren, wurde der Einsatz von Filtern empfohlen. Die folgenden Umstände und Vorgaben mussten beim Gießen berücksichtigt werden:

- Gießgewicht ca. 2 Tonnen
- NiCrMo-Stahl, niedriglegiert
- Gießtemperatur 1580 °C
- Filter muss schnell und einfach montierbar sein
- Weniger Raum für die Montage
- Beibehaltung der Gießzeit
- Beibehaltung des vorhandenen Gießsystems
- Gießsystem aus vorgefertigten Elementen

All diese Vorgaben resultierten in der Verwendung eines rohrförmigen Filters mit dem neuen Gehäusesystem (Abb. 28).

Hier konnte das System seine Fähigkeiten ausgezeichnet unter Beweis stellen. Das hervorragende Filtermaterial (Zirkonoxid) verfügt über die notwendigen

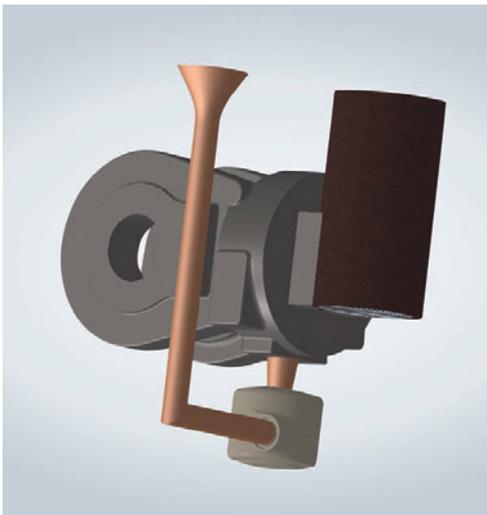


Abb. 28:  
Gehäusesystem  
mit Filter für  
die Implementierung  
in die Simulations-  
software –  
Beispiel

Eigenschaften, die es ihm ermöglichen, den in einem Gießsystem wie diesem vorkommenden Temperaturen und Drücken mit exzellenten Ergebnissen zu widerstehen. Darüber hinaus sind die rohrförmigen Filter und das Gehäusesystem aus hochtonerdehaltigem Feuerfest-Material die optimale Wahl für diese Art der Herausforderung.

Dies gilt insbesondere, da die Gießerei ein standardisiertes Gießsystem aus vorgefertigten Elementen verwendete und das Gehäuse einfach montiert werden kann, weil dessen Ein- und Auslässe für den Anschluss an diese Gießsysteme ausgelegt sind. Die Umrüstung konnte schnell und unkompliziert erfolgen.

Während des Gießens mit eingebautem Filtrationssystem konnte die Gießerei, wie vorgegeben, keine wesentliche Verlängerung der Gießzeit feststellen. Das Füllen der Form konnte annähernd innerhalb derselben Zeit durchgeführt werden, die es auch ohne Filter gebraucht hätte.

Die nichtmetallischen Einschlüsse konnten unter Einsatz dieses Filtrationssystems erheblich verringert werden, was zu weniger Nacharbeit und dadurch zu mehr Ausbringung führte. Nicht zuletzt ist der einfache Einbau und die hohe Wirksamkeit, die aus dem perfekten Zusammenspiel von Filter und Gehäuse resultiert, ein weiterer Vorteil.

## Fazit

Ein neues, und für die Filtration großer Mengen optimiertes System ist bei verschiedenen branchenführenden Metallgießern getestet worden. Dieses neue System bietet zahlreiche Vorteile gegenüber den heute gängigen Verfahren mit Standardfiltern, die versagen können, weil sie nicht anwendungsgerecht eingesetzt und dimensioniert werden und dann nicht über die nötige Festigkeit verfügen.

Der Einsatz von rohrförmigen Filtern stellt einen erheblichen Zuwachs an Sicherheit für den Metallgießer dar, der große Summen und viel Zeit in das Gießen großer Eisen- und Stahlgussstücke investiert. Mit diesem neuen System wird dem Gießereifachmann ein einfaches, aber wirkungsvolles Instrument an die Hand gegeben [9].

Bisherige Nachteile bei der Nutzung standardmäßiger Filter können leicht umgangen und der Einbau der

Filter kann für jede Anwendung deutlich vereinfacht werden. Zum ersten Mal haben die Gießereien die Möglichkeit, keramische Schaumfilter mit spezieller Geometrie auf einfache Art und Weise einzusetzen und so sämtliche Vorzüge der Flüssigmetallfiltration auszuschöpfen, ohne Filterbrüche fürchten zu müssen. Dies wird neben der Umsetzung einer neuartigen und wesentlich kompakteren Filtergehäuseauslegung hauptsächlich durch die einzigartige Ausnutzung spezieller Vorzüge der Geometrie erreicht.

## Danksagungen

Die Verfasser möchten allen Mitwirkenden für ihre umfassende Unterstützung bei der Erstellung dieses Beitrages danken – ebenso wie für die Möglichkeit, verschiedenste Tests bis zu diesem Zeitpunkt durchführen zu können.

Besonderer Dank gebührt dem Unternehmen Bischoff Lüdinghausen – sowie den Mitarbeitern der Simulationsabteilung von ASK Chemicals in Hilden.

## Quellen

- [1] Sievers, U.S.; Voigt, U.: „Hohe Ansprüche meistern“; Artikel Zeitschrift „Gießerei-Erfahrungsaustausch“ 3/2008; S. 8–11
- [2] Gießerei-Jahrbuch 2003; Gießerei-Verlag GmbH Düsseldorf: „Formstoffe und Formverfahren“; S. 189–194
- [3] His, Christian; Matthews, Andy; Braun, Jochen: „Effiziente Filtration mittelgroßer Schlacken- und Sandeinschlüsse“; Hamilton Porcelains Ltd., Brandfort, Kan; Gießerei 85 (1998) Nr. 1
- [4] Morris, Jay; LeTartre, Paul; Oswald, Sam: „Taguchi Analysis of Quality Improvement by Filtration“; Veröffentlichung AFS 1991
- [5] Produktdatenblatt „Stalex ZR-Filter“; Foseco FS Limited Tamworth, Staffordshire; Okt. 2004
- [6] Produktdatenblatt „Udicell™ PSZ-Filter“; ASK Chemicals FS GmbH, Bendorf, 2011
- [7] Sievers, U.S.: „Udicell-Filter: Erfahrungen mit den neuen Anwendungstechniken, insbesondere bei der Filtration von schweren Stahlgussstücken“; technischer Fachartikel, 60. WFC Den Haag; Niederlande, 1993
- [8] Gießerei-Jahrbuch 2005; Gießerei-Verlag GmbH Düsseldorf: „Grundlagen der Gießereitechnik“; S. 224–233
- [9] Produktdatenblatt „Udicell Tubular PSZ-Filter“ und „Exactfill Housing System“; ASK Chemicals GmbH, 2013

### Kontaktadresse:

ASK Chemicals GmbH  
D-40721 Hilden  
Reisholzstrasse 16–18  
Tel.: +49 (0)211 711 03 0  
E-Mail: info@ask-chemicals.com  
www.ask-chemicals.com

# Superhelden der Gießereiwelt

*Superheroes of Foundry World*



**Thomas Rathner**

ist ausgebildeter Maschinenbautechniker mit Meisterprüfung. Er startete im Jahr 1990 als Lehrling bei Fill Maschinenbau und bildete sich laufend weiter. Nach seinen Tätigkeiten als Konstrukteur, Projekt- und Produktmanager ist Rathner heute als Leiter für das Fill Kompetenz Center Gießereitechnik und als Geschäftsführer für das Tochterunternehmen Fill China verantwortlich.

**Schlüsselwörter:** Kippgießen, Niederdruckgießen, Gegendruckgießen, Entkernen, Schwerlastentkernung, Bandsägen, Rohteilbearbeitung

**Downsizing, Gewichts- und Abgasreduktion, CO<sub>2</sub>-Ausstoß sind Themen, die die Gießereien seit Jahren vor die Aufgabe stellen, etablierte Prozesse zu optimieren und neue Technologien zu entwickeln. Unter dem Motto „Fill Foundry World – Superhelden der Gießereiwelt“ präsentiert der österreichische Markt- und Technologieführer Fill auf der GIFA 2015 seine innovativen Lösungen zur Herstellung von Aluminium- und Eisengussteilen. Wie es sich für Superhelden gehört, arbeiten diese bei Bedarf auch zusammen. Smarte Lösungen, zu einem Gesamtprozess verkettet, gewährleisten den Produzenten unter Berücksichtigung von Energieeffizienz höchste Wirtschaftlichkeit und Prozessstabilität.**

**International führender Komplettanbieter für Schwerkraft- und Kippgießanlagen**

Um exakte Prozessabläufe und höchste Qualität zu garantieren, steht das perfekte Zusammenspiel von Kokillenbewegung und Füllvorgang im Mittelpunkt der

Anlagen, die Fill für das Gießen von Zylinderköpfen und Fahrwerksteilen im Schwerkraft- oder Kippguss anbietet. Entsprechend den Produktionszahlen können sämtliche Gießmaschinen und Dosiergeräte als Einzel- oder Doppelanlage (**Abb. 1**) ausgeführt werden. Modulare Einheiten bilden die Basis für einheitliche Prozesse durch die gesamte Produktion.

Als Antriebskomponenten sorgen Servomotoren neben einem reproduzierbaren Gießprozess auch für die Möglichkeit eines Energierückgewinnungssystems. Sämtliche Gießachsen sind mit einer Wärmekompensation ausgestattet und gewährleisten dadurch höchste Genauigkeit bei der Dosierung.

**low pressure caster – machen ordentlich Druck**

Die Niederdruck- und Gegendruckgießmaschinen aus der *low pressure caster*-Serie ermöglichen es, Standardprodukte optimal an die Produktionsbedingungen anzupassen. Die für den Kunden wirtschaftlichste Lösung steht dabei immer im Fokus. Genaueste Füllvorgänge sind bei den Niederdruckgießmaschinen (**Abb. 2**) von Fill garantiert. Auch bei unterschiedlichsten Ofenvolumina ist ein exakter Startpunkt für den eigentlichen Füllprozess gegeben. Ausschwenkbare Werkzeuge erleichtern den Bedienern das Reinigen und Schlichten der Kokillen und erhöhen neben der Prozessstabilität auch die Verfügbarkeit der Anlagen.

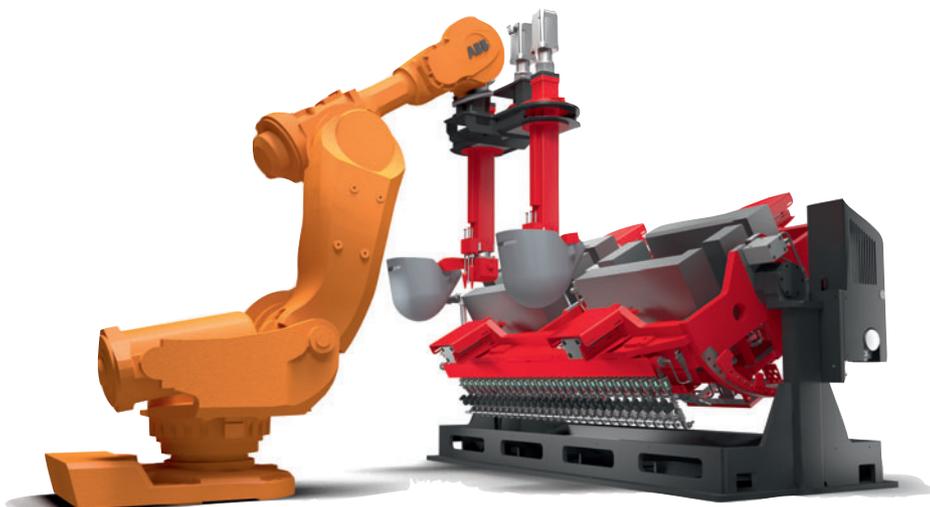
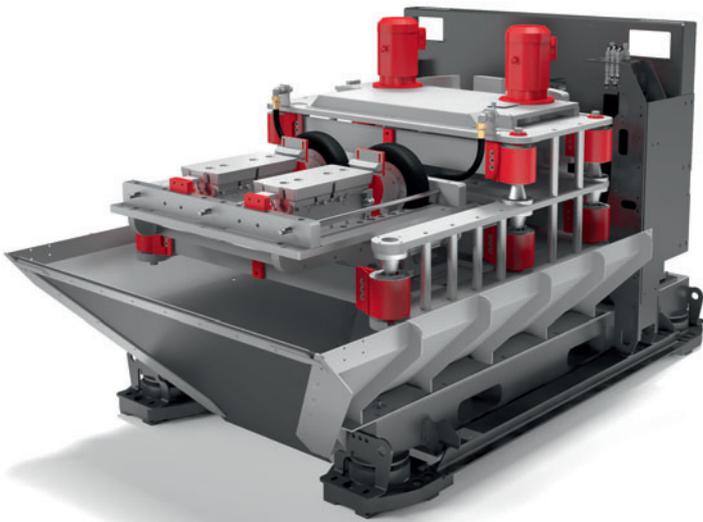


Abb. 1: Doppelkippgießmaschine mit Gießroboter



Abb. 2: Niederdruckgießmaschine *low pressure caster*

Abb. 3 (links): Entkernmaschine *swingmaster 315 r*Abb. 4 (rechts): Schwerlastentkernung *megamaster 1500*

Vollautomatisierte Produktionsanlagen für Gussteile stehen auch hier im Mittelpunkt. Automatische Ofenwechsel- und Werkzeugwechselsysteme steigern die Produktivität in den Gießereien und sorgen für konstante Verhältnisse. Ein mit Kamerasystemen überwachter Filtersetzprozess erleichtert den Bedienprozess und reduziert den Ausschuss.

Geregelte Kühlsysteme – egal ob Wasser, Luft oder Mix – sorgen in Verbindung mit exakt positionierten Thermoelementen für reproduzierbare Prozesse und höchste Werkstoffeigenschaften.

Weltweit werden jährlich mehr als 60 Mio. Aluminiumussteile auf Niederdruckgießanlagen von Fill produziert. Durch die Übernahme von GIMA cast in Kombination mit der Automatisierungskompetenz von Fill eröffnen sich neue Möglichkeiten zur Herstellung von Gussteilen. Neuentwicklungen im Bereich Niederdruck-Gießmaschinen für Motorenkomponenten, Strukturteile und Fahrwerksteile sichern den Kunden auch in Zukunft den entscheidenden Vorsprung am Markt.

### **swingmaster 315 r – Der Meister seiner Klasse**

Der Prozess der Kernfertigung hat sich in letzter Zeit – nicht nur aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen – massiv verändert. Weltweit zieht die Technologie der anorganischen Kernherstellung in die Gießereien ein und verlangt nach noch leistungsstärkeren Anlagen. Mit mehr als 250 verkauften Anlagen ist Fill Weltmarktführer in der Entkerntechnologie und verfügt über umfangreiches Know-how.

Entkernanlagen von Fill (Abb. 3) sind DER anerkannte Leistungsmaßstab für höchste Ansprüche und schwierigste Aufgaben. Beschleunigungen bis zu 350 m/sec<sup>2</sup> bzw. vor- und nachgelagerte Hammerprozesse sorgen sowohl bei organisch als auch anorganisch gegossenen Produkten für beste Entkernergebnisse bei sehr niedrigen Wartungskosten.

Die Entkernprogramme werden in Zusammenarbeit mit dem Kunden im modernst ausgestatteten Fill-Testcenter entwickelt. Dadurch kann sich der Kunde be-

reits vor Auftragsvergabe überzeugen, dass Fill die für ihn beste Technologie bietet. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, im Fill-Testcenter Kleinserien zu entkernen. So können Vorserienteile vor dem Start der eigentlichen Massenproduktion auf Standardmaschinen entsandt werden.

### **megamaster 1500 – Weltneuheit auf der GIFA**

Seit Jahren suchen Gießereien nach einer wirtschaftlichen Alternative für die Entsandung von großvolumigen und schweren Gussteilen. Der revolutionäre *megamaster 1500* von Fill (Abb. 4) bietet neben dem gewohnten Entkernergebnis zusätzlich den Vorteil einer massiven Kosteneinsparung, sowohl beim Entkernen als auch bei den nachgeschalteten Anlagen. Eine Verkürzung der Entkernzeit von mehr als 20 Stunden ist keine Seltenheit. Die konstant hohe Qualität der Entsandung hat auch auf nachfolgende Prozesse positive Auswirkungen. Sandanhäufungen in Wärmebehandlungs- und Strahlanlagen gehören der Vergangenheit an und reduzieren damit verbundene Wartungsarbeiten und Ersatzteilkosten.

Einsparungspotenziale bei der Produktion mit dem *megamaster 1500* (bei einem Referenzkunden ermittelt):

- Erdgas: 3.500 MWh/Jahr
- Strom: 50 MWh/Jahr
- Druckluftaufbereitung: 40 MWh/Jahr

### **speedliner 920 m – Neue Dimensionen in der Sägetechnik**

Die Fill-Hochleistungsbandsäge *speedliner 920 m* (Abb. 5) eröffnet neue Dimensionen in der Sägetechnik. Hohe Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten senken die Taktzeit der Bearbeitung. Der modulare Aufbau lässt eine einfache Anpassung an die zu bearbeitenden Werkstücke zu. Durch das revolutionäre Sägekonzepkt werden höchste Werkzeugstandzeiten, Qualität und Genauigkeit erreicht.



Abb. 5: Bandsäge *speedliner 920 m*

Je nach Anforderung lässt sich der *speedliner 920 m* in X-, Y- und Z-Richtung bewegen und rotieren. Die Gussteile werden nach erfolgter Auflagenkontrolle in den Arbeitsraum geschwenkt und dem Sägeprozess zugeführt. Servogeregelte Antriebe ermöglichen eine perfekte Sägepräzision bei extrem dünner Schnittfuge. In Verbindung mit höchster Produktionsleistung garantiert dies dem Kunden eine optimale Lösung.

### Bearbeitungszentrum *syncromill c* – dynamisch, prozesssicher und effizient

Dynamik, Prozesssicherheit und Effizienz sind die wichtigsten Erfolgskriterien für das Bearbeiten von qualitativ hochwertigen Bauteilen. Das flexible Maschinenkonzept der *syncromill c* (Abb. 6) macht unterschiedlichste Bearbeitungsaufgaben möglich. Durch die Verwendung intelligenter Spannkonzeppte werden Werkstücke extrem wirtschaftlich bearbeitet. Das hochdynamische Doppelspindelaggregat mit getrennten Z-Achsen führt die Hauptvorschubrichtungen in X und Z aus. Das Werkstück wird in Y-Richtung bewegt. Die Ausstattung mit einer 4. und 5. Achse sowie getrennten X-Achsen am Doppelspindel-Aggregat sind optional mögliche Varianten. Durch das weiterentwickelte Werkzeugwechselkonzept werden kürzeste Wechselzeiten realisiert und eine äußerst effiziente, platzsparende und wirtschaftliche Fertigung von komplexen Werkstücken ermöglicht.

### Produktionssicherheit bei höchster Produktivität

*efficiency control cockpit* ist ein IT-unterstütztes Werkzeug zur Datenerfassung, -speicherung und -auswertung von Produktionsanlagen. Dadurch wird eine Datenqualität erreicht, die bis dato kaum möglich schien und selbst Mikrostörungen erkennen lässt. Kombinierbare Softwaremodule („supervising“, „logging“ etc.) stellen die Daten komplexer Produktionsanlagen übersichtlich und nachvollziehbar dar. So ermöglicht *effi-*



Abb. 6: Bearbeitungszentrum *syncromill c*

*ciency control cockpit* höchste Produktivität und Produktionssicherheit in einer integrierten Plattform.

### Alles aus einer Hand

Auf Wunsch tritt Fill als Generalunternehmer für die Gestaltung der Produktionsabläufe beim Kunden auf. Langjährige Erfahrung und fachliche Kompetenz zeichnen das Team von Fill aus. Die österreichischen Maschinenbauexperten übernehmen die Gesamtverantwortung selbst für die komplexesten Automatisierungsprozesse – vom Rohgussteil bis zum bearbeiteten, gereinigten, geprüften und montierten Fertigteil – und garantieren so den Kunden einen großen Wettbewerbsvorteil.

### Corporate Data

Fill ist ein international führendes Maschinen- und Anlagenbau-Unternehmen für verschiedenste Industriebereiche. Modernste Technik und Methoden in Management, Kommunikation und Produktion zeichnen das Familienunternehmen aus.

Die Geschäftstätigkeit umfasst die Bereiche Metall, Kunststoff und Holz für die Automobil-, Luftfahrt-, Windkraft-, Sport- und Bauindustrie. In der Aluminium-Entkerntechnologie, der Gießereitechnik sowie für Ski- und Snowboardproduktionsmaschinen ist das Unternehmen Weltmarktführer.

Andreas Fill und Wolfgang Rathner sind Geschäftsführer des 1966 gegründeten Unternehmens, das sich zu 100 Prozent in Familienbesitz befindet und mehr als 640 MitarbeiterInnen beschäftigt. 2014 erzielte das Unternehmen eine Betriebsleistung von 120 Mio. Euro.

Mehr Informationen unter: [www.fill.co.at](http://www.fill.co.at)

**Kontaktadresse:** Fill Gesellschaft m.b.H.  
A-4942 Gurten | Fillstraße 1  
Tel.: +43 (0)7757 7010-0  
E-Mail: [info@fill.co.at](mailto:info@fill.co.at) | [www.fill.co.at](http://www.fill.co.at)



**GIFA**  
**2015**

16 - 20 Juni  
Hüttenes-Albertus  
Halle 12 Stand C50

## Lösungsorientiert und vielseitig

Zur wirtschaftlichen und ressourcenschonenden Fertigung von Gussteilen sind kreative Lösungswege gefragt.

Das Team von **HÜTTENES-ALBERTUS** arbeitet kontinuierlich an maßgeschneiderten Produkten und unterstützt mit intensiver Forschung die Gießereien weltweit.

[www.huettenes-albertus.com](http://www.huettenes-albertus.com)

# Optische Prüfung von Druckgussteilen

## Optical Inspection of HPDC Parts



**Matthias Gamisch,**  
Studium der Mechatronik an der FH-Wels, seit 2013 Vertrieb von Bildverarbeitungssystemen bei *weitblick systems gmbh* mit Erfahrungsschwerpunkt Gießereiautomation.

**Schlüsselwörter:** Druckguss, Oberflächenprüfung, Bildverarbeitung, optische Prüfung, Porositätsprüfung

**Wenn Druckgussteile optisch geprüft werden, dann hat ein Mensch in der Beurteilung von oft komplexen Fehlerbildern einen klaren Startvorteil. Durch stetige Weiterentwicklung der Bildverarbeitung, speziell in Kombination mit Robotik, sind inzwischen automatische, optische Prüfungen eine ernsthafte Alternative zu mehr Prüfpersonal.**

Prüfprozesse stehen als nicht wertschöpfende Tätigkeiten kaum im Fokus von Investitionsvorhaben. Durch steigende funktionale Anforderungen an Bauteile bei gleichzeitiger Reduktion der Fehlerraten sind viele Gießereien aber zum Handeln gezwungen. Eine Erhöhung des Personaleinsatzes zur Ausweitung der Prüfkapazitäten ist nur selten die erste Wahl.

Dabei ist die betriebswirtschaftliche Dimension nur ein Teilaspekt. Viel schwerer wiegt der Faktor, dass bei einer Aufstockung des Prüfpersonals auch die statistische Schwankungsbreite steigt. Nicht jeder Mensch sieht Fehler gleich gut, nicht jedem Menschen gelingt es gleich gut, über einen langen Zeitraum eine hohe Konzentrationsfähigkeit aufrecht zu erhalten. Werden diese Aspekte vernachlässigt, sind auch Qualitätsprobleme programmiert.

### Leistungsfähige Bildverarbeitung

Die industrielle Bildverarbeitung machte in den letzten 10 bis 15 Jahren eine technologisch rasante Entwicklung durch. Der Aufwand, komplexe Prüfsituationen in die Bildverarbeitung zu integrieren, wurde und wird aber auf beiden Seiten häufig unterschätzt. Es ist am Ende die Erfahrung des Integrators, wie material- und prozessspezifische Bauteileigenschaften beherrscht werden können.

Diese Kompetenz vorausgesetzt, können Unternehmen heute von einer kontinuierlichen Steigerung der Auflösung von Kameras profitieren. Sie ermöglicht große Prüfbereiche (und damit kürzere Taktzeiten) bei gleichzeitig hoher Detailwiedergabe. Die bildgebenden Verfahren reichen von 2D-Bildern (wie sie auch mit handelsüblichen Digitalkameras erzeugt werden) über die Sonderform Zeilenkamera bis hin zu 3D-Verfahren.

Bei letzteren gilt es, eine klare Abgrenzung zur hochauflösenden Digitalisierung von Objekten (Metrologie) vorzunehmen.

Bei der Auswahl der Systeme ist es wichtig, die Grenze zwischen sogenannten intelligenten Kameras (SmartCams) und PC-basierenden Systemen zu ziehen. Die Prüfung einer bearbeiteten Fläche auf korrekte Geometrie scheint im ersten Moment eine klassische Aufgabe für die Standardfunktionen einer intelligenten Kamera zu sein. Berücksichtigt man jedoch die gusstechnischen Toleranzen einer Außenkontur in Kombination mit z.B. einer Gratbildung bei der Bearbeitung, dann stoßen diese Systeme schnell an die Grenzen. PC-basierte Systeme ermöglichen es, mit diesen Besonderheiten gezielter umzugehen.

### Gesamtkonzeption entscheidet

Entscheidend für die Funktion des Bildverarbeitungssystems ist aber die optimale Kombination aus Kamera, Objektiv, Filter, Beleuchtung des Objektes und Anordnung der Einzelkomponenten zueinander. Hier wird der Grundstein für die Beherrschung der materialspezifischen optischen Eigenschaften von Aluminium gelegt. Dazu zählen nicht nur die unterschiedlichen Oxidationsgrade oder Verfärbungen, sondern auch hochreflexive Oberflächen nach der mechanischen Bearbeitung.

Speziell an bearbeiteten Oberflächen gilt es, die Qualität anhand von Porenklassen-Spezifikationen nachzuweisen. Dabei ist der obere Schwellwert naturgemäß einfacher zu erkennen. Wenn der untere Schwellwert einer zulässigen Pore 200 µm erreicht, dann braucht es eine optische Auflösung der Bildverarbeitung von ca. 20 µm. Hier beeinflusst die Qualität der Vorrichtung die Bildqualität signifikant. Damit rückt zu den oben genannten Kriterien für ein Gesamtkonzept auch der Maschinenbau in den Fokus.

**Abb. 1** zeigt die Aufnahme einer Zylinderbohrung Durchmesser 27 mm mit optimal erkennbaren Poren.

Diese insgesamt vorteilhafte Entwicklung vernachlässigt aber einen für die Betreiber zentralen Aspekt. Bildverarbeitungssysteme werden immer noch für sehr spezifische Prüfaufgaben in meist hochautomatisierten Anlagen entwickelt. Im Alltag einer Gießerei können sich Anforderungen hingegen schnell ändern. Das bedeutet im schlimmsten Fall, dass eine Investition nach dem Auftreten eines neuen Qualitätsproblems mit Hardware erweitert werden muss – sofern überhaupt möglich.

### Roboter erhöht Flexibilität

An diesem Punkt stellen Roboter eine logische Erweiterung dar. Wird eine Kamera bzw. das Prüfteil nicht fix, sondern von einem Roboter positioniert, dann können auch alternative Prüfpositionen schnell definiert werden. Eine entsprechende Softwarestruktur in der



Abb. 1: Zylinderbohrung

Bildverarbeitung vorausgesetzt ermöglicht dies, aktuell nicht auffällige Prüfungen zu deaktivieren um im Gegenzug eine akute Problematik einer 100%-Prüfung zu unterziehen. Das ist besonders dann ein Thema, wenn vom Kunden der Gießerei eine Dokumentation zur Wirksamkeit von Abstellmaßnahmen gefordert wird.

**Abb. 2** zeigt das Detail einer umgesetzten Prüfwelle mit robotergeführter Kamera. Diese Anordnung bietet einen großen Arbeitsraum, wodurch auch am Bauteil weit voneinander entfernte Merkmale mit jeweils hoher Detailauflösung geprüft werden können. Sowohl das Prüf- als auch das Roboterprogramm können mit wenig Aufwand an neue Aufgabenstellungen angepasst werden. Das ist ein klarer Mehrwert für den Anlagenbetreiber.

#### Kontaktadresse:

weitblick systems GmbH  
A-4942 Gurten | Fillstraße 1  
Tel.: +43 (0)7757 20144 | Mobil: +43 (0)664 8378168  
E-Mail: m.gamisch@weitblick-systems.at  
www.weitblick-systems.at



Abb. 2: Detail einer umgesetzten Prüfwelle mit robotergeführter Kamera

#### Corporate Data

Die *weitblick systems gmbh* entwickelt innovative Prüfsysteme zur Produktionssteuerung und Qualitätssicherung. Mit industrieller Bildverarbeitung, modernster Sensortechnologie und eigener Softwareentwicklung werden schlüsselfertige Lösungen für die 100%-Prüfung in der Produktion realisiert. Dipl.-Ing. (FH) Rainer Reisinger ist Geschäftsführer des 2007 gegründeten Unternehmens, das seit Juni 2010 ein Schwesterunternehmen des Gurtener Maschinenbauunternehmens Fill ist.

Mehr Informationen unter  
[www.weitblick-systems.at](http://www.weitblick-systems.at)

NEUER TERMIN  
NEUE LOCATION  
NEUER RHYTHMUS

29.9. – 1.10.2015  
DESIGN CENTER LINZ

**SCHWEISSEN**

Fachmesse für Fügen, Trennen, Beschichten,  
Prüfen und Schützen

**JETZT  
ANMELDEN!**

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

 <p><b>VÖG</b> Verein Österreichischer Gießereifachleute</p> <p>e-mail: nechtelberger@voeg.at</p>	 <p>e-mail: giesskd@notes.unileoben.ac.at</p>	 <p><b>ÖGI</b> Österreichisches Gießerei-Institut</p> <p>e-mail: office.ogi@unileoben.ac.at</p>
--	--	--



Montanuniversität Leoben – Erzherzog-Johann-Auditorium

# Rückblick auf die 59. Österreichische Gießereitagung

„Energie- und Materialeffizienz, Herausforderungen der Gießereitechnik“

**am 23./24. April 2015 in Leoben**

mit Festakt am 24. April

zur offiziellen Eröffnung der Aus- und Umbauten am ÖGI

Die 59. Österreichische Gießerei-Tagung stand unter dem Motto „Energie- und Materialeffizienz, Herausforderungen der Gießereitechnik“. Interessante Vorträge sowie ein umfassendes und ausgewogenes Rahmenprogramm haben mehr als 250 Teilnehmer aus sieben Ländern zur diesjährigen Tagung nach Leoben geführt.



Der neugewählte ÖGI-Vorstandsvorsitzende KR Ing. Peter Maiwald (l) und der VÖG-Vorstandsvorsitzende KR Ing. Michael Zimmermann (r) hießen die Tagungsteilnehmer herzlich willkommen und eröffneten die Gießereitagung 2015



Die PLENARVORTRÄGE und die Fachvorträge EISEN- u. STAHLGUSS fanden im Erzherzog-Johann-Auditorium statt

Die fachlich hoch stehenden Vorträge haben wesentlich zum Erfolg der Tagung beigetragen. In den mehr als 20 Plenar- und Fachvorträgen, die dem Motto der Tagung sehr gut Rechnung getragen haben, wurde über neueste Forschungsergebnisse aus den Bereichen Metallurgie, Gießtechnologie sowie moderne und zukunftsweisende Optimierungsverfahren für Gießverfahren und Gussteile unter dem Aspekt Energie- und Materialeffizienz berichtet sowie auch Ausblicke auf künftige Entwicklungen und Anforderungen an Gießer und Gussprodukte gegeben. Die vielen positiven Rückmeldungen beweisen

sen die hohe Qualität der Vorträge, wofür den Vortragenden an dieser Stelle nochmals herzlichst gedankt sei.

Durch die ausgewogene Mischung der Teilnehmer aus Gießern und Gussanwendern, aus dem Zu-



In den Vortragspausen fand reger Erfahrungsaustausch statt

lieferbereich und aus Forschungsinstituten, Verbänden und Behörden konnten auf breitester Ebene neue Entwicklungen und Trends diskutiert und Fachgespräche geführt bzw. Informationen ausgetauscht werden. Besonders erfreulich war – trotz des GIFA-Jahres – die große Anzahl an Ausstellern, sodass sich die Teilnehmer bei 30 Ausstellern über Produktneuheiten und Dienstleistungsangebote informieren konnten (siehe Aussteller-Collage auf Seite 140).

In den Vortragspausen und beim traditionellen Gießerabend im Congress Leoben wurden in geselliger und ungezwungener Atmosphäre Fachgespräche geführt und neue Kontakte geknüpft.

Eingangs zum Gießerabend wurde dem scheidenden Vorstandsvorsitzenden des ÖGI, Herrn Dr. Hans-

jörg Dichtl, in Würdigung seiner Verdienste während seiner 15jährigen Vorsitzführung die Ehrenpräsi-

dentschaft des Vereins für praktische Gießereiforschung (ÖGI) auf Lebenszeit verliehen.



KR Ing. Peter Maiwald hält die Laudatio und übergibt Dr. H.J. Dichtl die Ehrenurkunde.



Dr. H.J. Dichtl bedankt sich mit launigen Worten zusammen mit Gattin Dkfm. Elfriede Dichtl



Geselliges Beisammensein am traditionellen Gießerabend im Congress Leoben

Das Begleitprogramm der Tagung führte ins Mariazellerland, wo das Montan- und Gießereimuseum in Gusswerk sowie die Basilika in Mariazell besichtigt wurden.

Im Rahmen der Gießerei-Tagung fand nach den Plenarvorträgen am Freitag ein Festakt zur offiziellen Eröffnung der Um- und Ausbauten am ÖGI statt. Ein Großteil der Teilnehmer nutzte die Gelegenheit, die neuen Räumlichkeiten und auch die modernen Prüfeinrichtungen im Gießerei-Technikum zu besichtigen.

Die Veranstalter, das Österreichische Gießerei-Institut (ÖGI), der Lehrstuhl für Gießereikunde (LfGk) und der Verein Österreichischer Gießereifachleute (VÖG), bedanken sich bei den zahlreichen Teilnehmern und Ausstellern der Tagung sowie insbesondere bei den Vortragenden, die zum guten Gelingen der Tagung beigetragen haben, und freuen sich auf ein Wiedersehen bei der

**60. Österreichischen Gießerei-Tagung am 7./8. April 2016 in Bad Ischl.**

Eine Collage der 30 Aussteller



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

### Plenarvorträge



#### Herausforderungen der Gießereitechnik

Christian Wilhelm (V), Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG), Düsseldorf, D

Die Gießereitechnologie hat sich in den letzten hundert Jahren mit hohem Innovationstempo weiterentwickelt. Die Fortschritte in der Produktentwicklung haben die Gießereiindustrie entscheidend gefördert. Der Zwang zum Down-

sizing und zur Gewichtsreduzierung in der Produktentwicklung, der Zwang zur Material- und Energieeffizienz als auch umweltrechtliche Aspekte fordern Gießereitechnologen in den Betrieben und Forschungseinrichtungen heraus.

Generative Verfahren werden seit über 15 Jahren in der Gießereibranche angewendet; Elemente der „Industrie 4.0“ sind in Gießereibetrieben bereits eingeführt. Erfolgsscheidend für den Motorenstandort Westeuropa ist die optimale Zusammenarbeit zwischen den Konstruktions- und Entwicklungsabteilungen und den Gießern. Produkte haben den geringsten – die Organisation bzw. das Wissen, Können und die Zusammenarbeit der Menschen jedoch den besten Kopierschutz.



#### Schmelzen neu definiert – Neue Maßstäbe der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit für Schmelz- und Warmhalteprozesse in Gießereien

Jochen Volkert (V), *promEOS GmbH*, Nürnberg, D

Sowohl steigende Energiekosten als auch anhaltender Wettbewerbsdruck zwingen Unternehmen immer häufiger dazu, die Effizienz ihrer Thermoprozesse zu erhöhen.

Durch Einsatz seiner flammenfreien Gasbrennertechnologie hilft *promEOS* kleinen wie großen Gießereien nicht nur Energie zu sparen, sondern auch ihre Produktivität und damit Wettbewerbsfähigkeit zu steigern.

Ein einzigartiges Portfolio vollvormischer Gasbrenner im Leistungsbereich von 10 kW bis 1500 kW mit modularem Design und nahezu beliebiger Form bietet dabei den Kern der angebotenen Produktlösungen, welche von einzelnen Brennersystemen bis hin zu

gesamten Ofenanlagen reicht und alle Einsatzgebiete entlang der Wertschöpfungskette in Gießereien umfasst.

Die Bezeichnung „Gaswärme in Elektroqualität“ ist dabei Programm, denn die Brenner können sowohl als strahlende Oberfläche (IR Strahler) oder eben auch als reine Heißgasquelle (gasbeheizte Warmluftpistole) ihre optimale Wirkung entfalten, und das bei Leistungsdichten bis 5 MW/m<sup>2</sup> und Anwendungstemperaturen bis 1.400 °C.

Nachdem sich die Technologie in den vergangenen Jahren in Gießereien und Stahlwerken u. a. in Vorwärmprozessen für Kokillen, Transportpfannen und Rinnen zu einem neuen Standard entwickeln

konnte, erschließt *promEOS* aktuell erfolgreich den Bereich Schmelz- und Warmhalteprozesse. Erfolgreich realisierte Projekte für Schmelztiegel- und Warmhalteöfen für Nichteisenmetalle unterstreichen das enorme Einsparpotenzial durch bessere Energie- und Materialeffizienz im Vergleich zu konventioneller Brennertechnik und elektrischen Beheizungslösungen, von den ökologischen Vorteilen ganz zu schweigen. Auch Schachtschmelzöfen werden in naher Zukunft von *promEOS* umgerüstet.

Die Zukunft energieeffizienter Gasbrennertechnik liegt aber nicht nur in der Metallverarbeitung. Der weltweite Kundenstamm der *promEOS GmbH* erstreckt sich auch in die Glas-, Kunststoff-, Textil- und Lebensmittelindustrie. Und selbst in der Chemischen Industrie zeigen inzwischen alle Innovationspfeile in Richtung Ressourceneffizienz. Intelligente Wärmeprozesse – heutzutage – werden dabei in den kommenden Jahren eine zentrale Rolle spielen.

Der VÖG im Internet:

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



VEREIN GIESSEREI RUNDSCHAU AKTUELLES PARTNERLINKS KONTAKT



### Atomar aufgelöste Elektronenmikroskopie von komplexen metallischen Systemen

*Ferdinand Hofer (V), Mihaela Albu, Gerald Kothleitner, Institut für Elektronenmikroskopie und Nanoanalytik, TU Graz, Graz, A; Peter Schumacher, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, A; Jiehua Li, Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversität Leoben, Leoben, A*

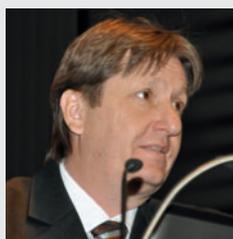
Für die Entwicklung moderner Materialien und Bauelemente sind die elektronenmikroskopischen Methoden inzwischen unverzichtbar. Seit etwa zehn Jahren wird die Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) in Verbindung mit spektroskopischen Methoden wie der Elektronenenergieverlustspektroskopie (EELS) und der energie-dispersiven Röntgenspektrometrie (EDXS) intensiv für die Lösung

nanoanalytischer Problemstellungen in der Materialforschung eingesetzt.

Aber erst mit der Entwicklung neuer Rastertransmissionselektronenmikroskope (STEM), die mit Öffnungsfehler-Korrektoren ausgestattet sind, kann die Analytik an die Grenzen der atomaren Auflösung vorangetrieben werden. Durch den Einsatz von verbesserten Detektoren und Spektrometern

gelingt es jetzt, die chemische Zusammensetzung von dünnen Proben mit einer Auflösung von etwa einem Zehntel Nanometer zu analysieren. Damit können einzelne Monolagen und Atomsäulen in Kristallen, in Grenzflächen von Materialien und sogar einzelne Atome analysiert werden.

In diesem Beitrag wurden die Grundlagen der atomar aufgelösten Analytik vorgestellt und aktuelle Anwendungsbeispiele sollen das Potential der atomar aufgelösten STEM-Mikroskopie für die Lösung materialwissenschaftlicher Problemstellungen aufzeigen, z. B. die Analyse von Dotierelementen in Al-Si-Legierungen und Korngrenzen und Ausscheidungen in Legierungen und Stählen.



### Qualitätsverbesserungen in Aluminiumgussteilen – Auswirkungen einer neuen Methode zur Schmelzereinigung und Einfluss von Spurenelementen

*Thomas Pabel (V), Toše Petkov, Christian Kneißl, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben, A*

Anhand von Forschungsprojekten wurden Einflussmöglichkeiten auf die Qualität von Aluminiumbauteilen aufgezeigt.

Die Projekte **ULTRAGASSING** und **DOSHORMAT** sind ein vierjähriges europäisches Forschungsprojekt, welches von der Europäischen Union im 7. Rahmenprogramm gefördert wurde.

Ziel des Projektes war die Schmelzereinigung und Verbesserung der Gussqualität mittels Ultraschall. Ultraschall ermöglicht die Behandlung bzw. Reinigung von Leichtmetallschmelzen. Dadurch kann der unerwünschte Wasserstoff in der Schmelze effektiver verringert werden als mit bisherigen Methoden und dadurch höherwertige Produkte hergestellt werden. In dem Projekt wurden die Erkenntnisse von bisherigen Versuchen im Labormaßstab auf die Gegebenheiten in KMU-Gießereien angepasst.

Das Projekt umfasste sieben Partner aus vier europäischen Ländern,

vier KMU und drei universitäre bzw. außeruniversitäre Forschungsinstitute. Die Partner sind die Fundació Privada ASCAMM (Projektleitung), und die Firmen Hornos y Metals SA (Hormesa) und ULTRASON SL aus Spanien, das Brunel Center for Advanced Solidification Research (BCAST) an der Brunel University, Großbritannien, die Druckgießerei CERTA aus Ungarn sowie die Vöcklabruck Metallgießerei (VMG) und das Österreichische Gießerei-Institut.

Im Laufe des Projektes wurden unabhängig voneinander zwei Prototypen entwickelt und im industriellen Maßstab getestet. Dazu wurden Versuche mit Ultraschall im Schwerkraft-Kokillengieß-, Niederdruckgieß- und Druckgießverfahren durchgeführt und mit konventionellen Rotorentgasungsanlagen (Impeller) verglichen. Der Ultragassing Prototyp 2 wurde am ÖGI im Kokillenguss und Niederdruckguss im industrienahen Maßstab getestet. Die Wasserstoffkon-

zentration wurde direkt mittels ALSPEK H-Analyzer und indirekt über den Unterdruck-Dichteindex gemessen.

Die Erwartungen konnten erfüllt bzw. teilweise übertroffen werden und die Effizienz der Schmelzereinigung mittels Ultraschall nachgewiesen werden. Bei der Ultraschallentgasung ist der Krätzeanfall geringer, die Poren sind feiner und gleichmäßiger verteilt, daraus ergeben sich verbesserte mechanische Eigenschaften, insbesondere ein Anstieg der Bruchdehnung.

Im Teilprojekt DOSHORMAT werden die beiden Prototypen für den großindustriellen Einsatz optimiert.

Das Projekt **AMCC** behandelt die Problematik, dass es durch Recycling und weltweiten Schrott- und Legierungshandel zunehmend zu einer Anreicherung von Spuren- und Begleitelementen in Leichtmetall-Legierungen kommt. Material von unterschiedlichen Lieferanten oder auch Chargen führten in der Praxis zunehmend zu scheinbar unerklärbaren Prozess- und Qualitätsproblemen, da die Auswirkungen auf gießtechnologische und mechanische Eigenschaften sowie auf das Mikrogefüge unzureichend bis gar nicht bekannt sind. Quantitative Obergrenzen für Spurenelemente bzw. Werte für Elementkombinationen sind weder in Normen

noch in wissenschaftlichen Arbeiten angeführt.

Die Ziele des Projektes sind der Aufbau fachlicher Expertise und der erforderlichen FEI-Infrastruktur in Form eines Kompetenzzentrums für Schmelzmetallurgie und -beurteilung von Leichtmetalllegierungen. Als Zielgruppen werden Hersteller von Primär- und Sekundärlegierungen, Aluminiumform- und Stranggießer sowie die Umformindustrie und Gussanwender angesprochen.

Um die angestrebten Ziele zu erreichen, sind grundlegend die Einflüsse von Verunreinigungen in Form von Partikeln und als einzelne Mikrolegierungselemente (z. B. Vanadium V, Titan Ti, Kalzium Ca, Kalium K, Bor B und Phosphor P) bzw. Kombinationen aus diesen Spurenelementen in Aluminiumle-

gierungen und deren Auswirkungen auf die praxisrelevanten gießtechnologischen Eigenschaften wie Lunkerverhalten, Formfüllungsvermögen und Warmrissneigung sowie auf die mechanischen Eigenschaften theoretisch und praktisch zu untersuchen. Die Basisuntersuchungen werden in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Gießereikunde, Montanuniversität Leoben, (ThermoCalc-Simulationen und analytische Untersuchungen mittels Einzelfunkanalyse) und dem Zentrum für Elektronenmikroskopie Graz (REM- und TEM-Phasenuntersuchungen) durchgeführt.

Parallel dazu erfolgt ein stetiger Abgleich mit den Ergebnissen aus Gießversuchen in Form von Prüfungen der gießtechnologischen Eigenschaften und einer umfassenden Gussteilcharakterisierung

(Computertomographie, Metallographie, Werkstoffprüfung).

Das ÖGI bietet durch das Kompetenzzentrum eine unabhängige Plattform sowohl im Bereich der Legierungsentwicklung für Legierungshersteller als auch für vergleichende Produktbewertungen für Gießereien und Gussanwender. Als Ergebnis sollen legierungs- und anwendungsabhängige Grenzwerte und Toleranzen für einzelne Verunreinigungen und Elementkombinationen definiert werden, die zum einen eine seriensichere Produktion von qualitativ hochwertigen Gussteilen unterstützt, aber auch schon beim Einkauf der Aluminiumlegierungen berücksichtigt werden können. Damit wird eine praxisrelevante, bis heute aber unge löste Problematik eingehend behandelt.



### Gießereiprodukte und ihr Mehrwert bei Lebenszyklusbetrachtungen

*Hubert Biedermann (V), Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften, Montanuniversität Leoben, Leoben, A*

Im vergangenen Jahr wurde durch den Beschluss des Energieeffizienzgesetzes ein weiterer Schritt zur Umsetzung der Richtlinie 2012/27/EG über Energieeffizienz gesetzt. Ziel dieses Gesetzes ist die Verbesserung des Input-Output-Verhältnisses sowie die Bewusstseinssteigerung für die Notwendigkeit eines effizienten Energieeinsatzes. Die erste Konsequenz des Gesetzes für Betriebe liegt in der Registrierung als energieverbrauchendes Unternehmen (laut § 9 EEffG) sowie in der Meldung der Durchführung eines Energieaudits

oder der Implementierung eines zertifizierten Managementsystems bis 30. 11. 2015 und soll zur einer stetigen Reduktion des Primärenergieverbrauchs um 0,6 % pro Jahr führen. Weiters sieht das Gesetz die Einführung von Kennzahlen zur Beschreibung des Energiebedarfs, bezogen auf die Wirtschaftsleistung der einzelnen Unternehmen, vor.

Um die Energieeffizienz in Gießereien nachhaltig weiter zu erhöhen gilt es daher, ein geeignetes Prozess- und Bewertungsmodell zu erstellen, welches dem Anwender

erlaubt, unterschiedliche Produkte hinsichtlich des Energiebedarfes zu bewerten und den bereits hohen Industriestandard weiter zu forcieren.

Aufgrund eines ganzheitlichen modularen Ansatzes und der Berücksichtigung des Lebenszyklusses ist eine neuartige Betrachtung und Bewertung der heterogenen Produkte der Gießereiindustrie möglich, die speziell auf Besonderheiten dieser Branche eingeht. Derzeit liegt die Betrachtung des Energieverbrauchs bzw. der Kosten einzelner Aggregate in der Produktion im Fokus.

Auf diesen vergangenheitsbezogenen Ansatz auf Maschinenebene (z. B. Elektroschmelzen, Kernmacherei, Druckluft etc.) soll weitestgehend verzichtet und stattdessen zu einer linienorientierten Betrachtungsweise (Herstellweg) bis hin zur Life-Cycle-Analyse übergegangen werden.

## Fachvorträge Eisen- und Stahlguss



### Qualifizierung von hochfestem und duktilem EN GJS 500-14 (Si-legiert) aus Stranggussherstellung für druckführende Komponenten im Maschinenbau

*Peter Langenberg (V), Ingenieurbuero fuer Werkstofftechnik (IWT) Aachen, Aachen, D; A. Gädke, Gontermann und Peipers, Siegen, D*

Druckführende Komponenten im Maschinenbau unterliegen Anforderungen an die Bauteilsicherheit und die Dauerhaftigkeit bei zyklischer Beanspruchung. Werden diese Komponenten in öffentlich-gesetzlich geregelten Bereichen eingesetzt, kommen neue Anforderungen an die Gewährleistung der Bauteilsicherheit von außen dazu. Solche Anforderungen sind Herstellern von solchen Komponenten häufig nicht geläufig und erschweren die Abwicklung des Projektes. Außerdem treten insbesondere für Gussprodukte hohe Sicherheitsfaktoren auf, die über einen weiten Bereich von Gussprodukten unab-

hängig von Herstellungsart und Qualitätsniveau pauschal ein unterstes Niveau festlegen und dadurch die wirtschaftliche und nachhaltige Verwendung von Gusseisen mit hoher Duktilität und guter Zähigkeit einengen.

Mit diesem Beitrag wurden die Bedingungen und Vorgehensweise für die Veränderung von pauschalisierten Sicherheitsfaktoren auf Gussprodukte am Beispiel von Ventil-Steuerungsblöcken aus der neuen Si-legierten GJS-Sorte aus Strangguss mit hoher Festigkeit und Duktilität, EN GJS 500-14, vorgestellt.

Gusseisen verschafft wegen verbesserter Verarbeitbarkeit gegen-

über Schmiedestahl den Herstellern solcher Blöcke klare wirtschaftliche Vorteile. Dabei sind für die Veränderung der Sicherheitsfaktoren auch die Unterschiede in der Herstellung zwischen Strangguss und Einzelguss relevant. Beim Strangguss wird zusätzlich zu den guten Werkstoffeigenschaften der neuen Gussorten auch die homogene Produktqualität in die Beurteilung der Bauteilsicherheit einbezogen. Zusätzlich zu den Werkstoffeigenschaften und deren Bewertung durch unabhängige Stellen im laufenden QS Prozess des Herstellers ist auch die Festlegung für die Registriergrenzen der zerstörungsfreien Prüfungen von Bedeutung. Um schließlich geeignete Sicherheitsfaktoren zu ermitteln ist es erforderlich, neben der normalen festigkeitsorientierten Bauteilauslegung auch die Methoden der Bruch- und Schädigungsmechanik einzubeziehen, um die Zähigkeitsanforderung festzulegen.



**Das nächste  
Heft der  
GIESSEREI  
RUNDSCHAU**

**Nr. 7/8  
erscheint am  
31. August 2015  
zum Thema:**

**„Gießerei-Anlagen“**

**Redaktionsschluss:  
10. August 2015**



### Bewertung der Werkstoffeigenschaften von Gusseisen mit Kugelgraphit für dynamische Lastfälle

*Wolfgang Knothe (V), Franken Guss Kitzingen GmbH & Co. KG, Kitzingen, D*

Neukonstruktionen im Automobilbau werden zunehmend von gegossenen Bauteilen bestimmt. Im Wesentlichen abgeschlossen sind reine Substitutionen von z. B. Schmiede- auf Gussteile, also Umstellungen ohne Geometrieänderung. So ist die Suche bei Neukonstruktionen auch nach neuen Gusswerkstoffen, insbesondere den Gusseisenwerkstoffen, eine folgerichtige Entwicklung aus der Sicht der Konstrukteure.

Traditionell und aktuell sind Werkstoffkennwerte wie Streckgrenze, Zugfestigkeit und Dehnung die grundlegenden Auswahlkriterien für die Wahl der Werkstoffe.

Entsprechend den gestiegenen Belastungen durch den geforderten Leichtbau wurden Gusseisenwerkstoffe mit gestiegenen Streckgrenzwerten und Dehnungen entwickelt.

Mit Vorliegen aktueller Neukonstruktionen und Werkstoffkennwerten aus Bauteiluntersuchungen kann jetzt eine kritische Bewertung insbesondere der Silizium-legierten Gusseisenwerkstoffe getroffen werden.

Gleichzeitig wurden wirtschaftliche Chancen der Bauteilauslegung vorgestellt. Der dynamische Lastfall braucht den elastisch-plastisch verformbaren Ferrit!



### Verbesserung der mechanischen Eigenschaften bei GJS durch Formimpfen

*Horst Herbst (V), ASK Chemicals Metallurgy GmbH, Unterneukirchen, D*

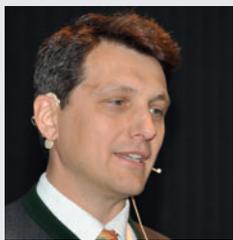
In diesem Vortrag wurden das grundsätzliche Ziel des Impfens von Gusseisen sowie der Mechanismus der Keimbildung in der Form dargestellt, wie er grundsätz-

lich für alle unterschiedlichen Arten der Impfung Gültigkeit hat.

Im Weiteren liegt der Focus dann auf der Methode des Formimpfens. Hierbei wurden Erfahrungen aus

der praktischen Anwendung dargestellt und einige Einflussgrößen erläutert, die zu beachten sind um eine erfolgreiche Impfungswirkung zu erzielen.

Eingesetzt werden kann die Formimpfung sowohl für maschinengeformten Guss als auch für große handgeformte Bauteile. Durch Auswahl der passenden Impflösungen kann die Gefügeausbildung positiv beeinflusst werden. Die richtige Auswahl trägt auch zur Vermeidung von Gussfehlern bei.



### Vorhersage der lokalen Warmrissbildung beim industriellen Stahlguss

*Christof Sommitsch, Semin Hadžić, Institut für Werkstoffkunde und Schweißtechnik, Technische Universität Graz, Graz, A; Reinhold Hanus, Voestalpine Gießerei Linz GmbH, Linz, A*

Das Thema der Veröffentlichung ist die Warmrissmodellierung der Stahlgusslegierung GX8CrNi12 während der Erstarrung. Das Hauptziel war die Warmrissvorher-

sage sowie die Reduzierung der Warmrissbildung bei industriennahen Gussteilen. Die Modellierung wurde hierbei durch die Verknüpfung zwischen der Erstarrungs-

und der Verformungssimulation durchgeführt. Zur Vorhersage der Warmrisspositionen wurde ein schädigungs-basiertes viskoplastisches Modell herangezogen. Das Schädigungsmodell wurde in die UMAT Subroutine der Finite-Elemente-Software Abaqus implementiert und mittels Vergleich mit den realen industrienahen Gussteilen validiert. Erfasst wurde der Einfluss der mit der kommerziellen Finite-Differenzen-Software Magma-Soft errechneten Schrumpfungspoposität auf die Schädigungsbildung.



## Fachvorträge NE-Metallguss



### Feuerfestzustellung und Ofenreinigung sind wesentliche Faktoren für eine saubere Schmelze und einen energieeffizienten Schmelzbetrieb

*Holger Stephan (V), StrikoWestofen GmbH, Wiehl-Bomig, D*

- Grundlegendes Funktionsprinzip einer StrikoWestofen Schmelzanlage und effizienter Betrieb unter Produktionsbedingungen.
- Der Schmelznachweis als Hilfsmittel zur Bewertung der Leistungsdaten einer StrikoWestofen Schmelzanlage und das Erken-

- nen möglicher Potenziale zur Energieeinsparung.
- Grundvoraussetzung für lange Standzeiten der Feuerfestzustellung stellen regelmäßige und gründliche Ofenreinigungen mit geeigneten Reinigungswerkzeugen, Hilfsmitteln und gezielter Einsatz von Reinigungssalzen dar.
- Praxiserfahrungen zum Einsatz von Reinigungssalzen und der Einfluss auf die Qualität der Schmelze.
- Feuerfestreparaturen mit geeigneten Materialien und originale Schmelzschacht- und Ofenraumgeometrien sind die Basis für eine erfolgreiche Sanierung verschlissener Funktionsbereiche und für einen effizienten Schmelzprozess.
- Optimierungspotential und deutliche Steigerung der Energieeffizienz der installierten Schmelzanlagenbasis im Produktionsprozess mit ergänzenden Produkten StrikoWestofen.
- Der Laser Scanner zur Optimierung des Schachtfüllstandes und die Heißgasbaffel zur deutlichen Verkürzung des Freischmelzprozesses ohne den Einsatz von zusätzlichen Schmelzhilfsstoffen.
- Serviceeinsätze und gezielte Bedienschulungen im Rahmen von Wartungsvereinbarungen unterstützen das Instandhaltungspersonal, alle Betriebsfunktionen und Leistungsvorgaben unserer Schmelzanlagen langfristig zu erhalten.



**Neue Ansätze zur Fertigung von Hochleistungszyylinderköpfen**

*Rüdiger Bähr (V), Stefan Scharf, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, Magdeburg, D*

Getrieben durch gesetzliche Reglementierungen, gesellschaftliche Verpflichtungen sowie kundenseitige Forderungen nach Agilität und Sparsamkeit stellt die kontinuierliche Optimierung des Verbrennungsmotors nach wie vor eine Schlüsselrolle in der aktuellen Entwicklung moderner Fahrzeuge dar.

Im Sinne einer effizienteren Leistungsausbeute werden vor allem die sogenannten Downsizing-Konzepte verfolgt, nach denen die verbrauchsenkenden Potenziale im Wesentlichen durch eine Verringerung des Hubvolumens erschlossen werden sollen. Um trotz einer solchen Hubraumreduzierung die vom Kunden gewohnte und geforderte spezifische Leistung des Verbrennungsmotors beizubehalten bzw. diese sogar zu steigern, muss ein Downsizing-Motor zur Bereitstellung desselben Antriebsmomentes generell bei höheren (Volllast-)Mitteldrücken  $p_{me}$  betrieben werden. Da in Verbindung mit diesen erhöhten Lasten speziell im Brennraum des Motors sowohl höhere Energiemengen umzusetzen

und abzuführen als auch größere Kräfte aufzunehmen sind, steigt folglich auch die spezifische Belastung der einzelnen Motorkomponenten.

Speziell das Bauteil „Zylinderkopf“ unterliegt im Ergebnis der hervorgerufenen, zyklisch wirkenden thermomechanischen Beanspruchungen extremen Belastungen, die das Potenzial der bisher eingesetzten Werkstoffe weitestgehend ausreizen.

Diese Bauteilbeanspruchungen ergeben für sich allein gesehen, vor allem jedoch in Ihrer Kombination ein herausforderndes Anforderungsprofil, dem bereits aktuelle, vor allem jedoch zukünftige Antriebsaggregate gerecht werden müssen. Dabei gilt es, den sich ergebenden Lasten mit anforderungsgerechten, aber dennoch wirtschaftlich vertretbaren konstruktiven sowie fertigungstechnischen Lösungen entgegenzutreten, um das Potential moderner Motoren in punkto Leistungsfähigkeit, Effizienz, Flexibilität und Wirtschaftlichkeit noch effektiver ausschöp-

fen zu können bzw. dieses stetig zu erweitern.

Um eine weitere Ausschöpfung der theoretisch möglichen Verbrauchspotenziale von Downsizing-Konzepten und die damit einhergehend gesteigerten spezifischen Leistungsdichten zukünftig realisieren zu können und dabei nach wie vor dem Gedanken des Fahrzeugleichtbaus Rechnung zu tragen, scheint eine weitere evolutionäre Verbesserung der eingesetzten Standardwerkstoffe nicht zielführend. Vielmehr müssen neue Wege eingeschlagen werden, um die Ansätze des konstruktiven und werkstofftechnischen Leichtbaus miteinander zu kombinieren und so die Fertigung hochbelastbarer und innovativer Komponenten weiter voranzutreiben.

Der vorliegende Beitrag thematisierte in diesem Zusammenhang verschiedene Lösungsmöglichkeiten, wie diesen Herausforderungen bei der Fertigung gegenwärtiger und insbesondere künftiger hochbeanspruchter Motorenkomponenten begegnet werden könnte.

Dabei finden moderne Fertigungstechnologien ebenso Berücksichtigung, wie auch aktuelle werkstoff- sowie fertigungstechnische Entwicklungen zu hybriden Mischbauweisen, die am Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg erforscht werden.





## Entwicklung und Anwendung einer AlCu-basierten Hochleistungsgusslegierung für Zylinderköpfe

Michael Rafetzeder, Bernhard Stauder, Mile Djurdjevic, Leopold Kniewallner (V), Nemak Linz GmbH, Linz, A; Franz Josef Feikus, Nemak Europe GmbH, Frankfurt, D

Der vorliegende Beitrag beschreibt die erfolgreiche Anwendung einer neu entwickelten, höchst-warmfesten AlCu-Gusslegierung für Zylinderköpfe, die auf Basis intensiver F&E-Aktivitäten bei Nemak möglich wurde. AlCu-Legierungen verfügen über das höchste Festigkeitspotenzial bei Anwendungstemperaturen größer 200 °C. Gegenüber den AlSiCu-Gusslegierungen sind sie aber wegen ihrer hohen Warmrissempfindlichkeit und Erstarrungskontraktion limitiert und wurden bis heute bei nur sehr wenigen Kleinserien eingesetzt.

Die entwickelte und erfolgreich eingesetzte Legierung des Typs AlCu7MnZr weist innerhalb der

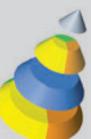
Gruppe der AlCu-Legierungen die höchste Dauerwarmfestigkeit bei Temperaturen >200 °C auf. Sie ist daher in der Lage, außergewöhnlich hohe und mit heutigen Standardlegierungen nicht realisierbare thermo-mechanische Belastungen zu ertragen.

Die bei AlCu-Legierungen bekannten Einschränkungen in Designfreiheit und Gießbarkeit konnten durch Entwicklung geeigneter Verfahren der Schmelzebehandlung ausgeräumt werden, sodass es möglich ist, mit geeigneten Hochleistungsgießverfahren wie dem Rotacast®-Verfahren, Zylinderköpfe heutiger Architekturen ohne größere Anpassungen im Design herzu-

stellen. Die gießtechnischen Anforderungen an das Speisungsverhalten und die Warmrissebeständigkeit werden dabei von der neuen Legierung voll erfüllt.

Optimale T6-Wärmebehandlungslösungen zur Erreichung maximaler Lebensdauer wurden entwickelt und sind die Basis für die exzellenten Warmfestigkeitseigenschaften und die thermo-mechanische Beständigkeit. Die für Motorenbauteile ebenfalls wesentlichen Eigenschaften Wärmeleitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit liegen bei der neu entwickelten Legierung im Bereich der heute bekannten und eingesetzten AlSiCu-Legierungen und stellen somit kein Hindernis für die Anwendung dar. Tests an Proben, Komponenten und Motoren haben die Vorteile der entwickelten Legierung bestätigt. Die Fertigung von Zylinderköpfen für Erprobungszwecke kann mit bestehenden Werkzeugen im Rotacast®-Verfahren jederzeit durchgeführt werden.

## Innovative Oberflächenbearbeitung, die die Welt bewegt!





**Thixomolding 2.0, die Zukunft des Magnesium-Spritzgießens**

*Wolfgang Prein (V), Christian Platzer, LTC GmbH, Lebring, A*

**Inhalte:**

- Prinzip Thixomolding
- Was unterscheidet Thixomolding vom Druckguss
- Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch Barrel-Entwicklung
- Mehrfach Heißkanaltechnik für Magnesium Thixomolding
- Thixomolding Simulation in Zusammenarbeit mit dem ÖGI
- Bauteilespektrum

**Ausblick für die Zukunft**

Magnesium Thixomolding ist ein Verfahren, welches in seiner Einführungsphase 2000 bis 2006 großes Potential versprochen hat. Neben der kontrollierten Prozessführung der Schmelze sowie der geringeren Verarbeitungstemperatur und der umweltfreundlichen Aspekte erschreckten die hohen Anschaffungskosten der Anlage und die

hohen Ersatzteilkosten die konventionellen Druckgießer.

LTC (ehemal. MAGNA G-MAG), spezialisiert sich seit dem Jahr 2006 ausschließlich auf die Produktion von Magnesium Thixomoldingbauteilen sowie die Weiterentwicklung der Anlagentechnik, um seinen Kunden den maximalen Wettbewerbsvorteil zu garantieren.

In enger Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Gießerei-Institut konnten entscheidende Innovationen im Bereich der Einspritzeinheit (Barrel) sowie der Heißkanaltechnik erzielt werden. Im Vortrag wurden die Zukunft und das Bauteilespektrum von Magnesium-thixomolding anhand von bestehenden Serienprojekten präsentiert.

**Um- und Zubauten am ÖGI feierlich eröffnet**

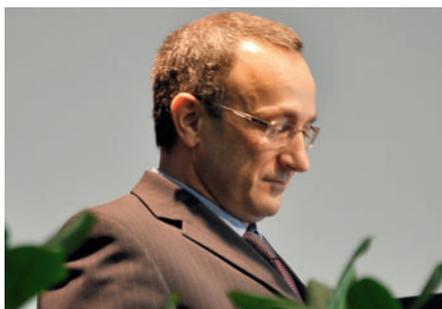
Was bleibt, ist die Veränderung und was sich verändert, bleibt. Getreu diesem Motto hat sich das ÖGI in seinem mehr als 60-jährigen Bestehen immer wieder an neue Gegebenheiten und Anforderungen angepasst. Die wohl größte Veränderung waren die Um- und Zubauten in den letzten zwei Jahren, die nunmehr feierlich eröffnet wurden.

**Festakt im Erzherzog-Johann-Auditorium**

Nach dem Spatenstich im Jahr 2013 und zweijähriger Bauzeit wurden die Um- und Zubauten am ÖGI in einem Festakt im Rahmen der 59. Österreichischen Gießerei-Tagung am Freitag, 24. April 2015, offiziell eröffnet.



Festakt im Erzherzog-Johann-Auditorium der MUL



Prof. Dr. Peter Schumacher



DI Gerhard Schindelbacher

Nach Begrüßung der zahlreichen Ehren- und Festgäste durch den Geschäftsführer Prof. Dr. Peter Schumacher gab Geschäftsführer DI Gerhard Schindelbacher einen Überblick über die durchgeführten Um- und Zubauten.



**Dr. Klaus Pseiner**, Geschäftsführer der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) wies in seinem Festvortrag zum Thema „*ÖGI und FFG >> eine gute Partnerschaft*“ eingangs auf die Notwendigkeit von Förderungen sowie die Fördermöglichkeiten und Programme der FFG hin und gab dann einen Überblick über die Verteilung der Fördermittel in den Bundesländern und politischen Bezirken. In eindrucksvoller und anschaulicher Weise zeigte er auf, wie erfolgreich sich das ÖGI an den Programmen beteiligt und wie gut vernetzt das ÖGI in Firmenprojekten bzw. mit weiteren Forschungsinstitutionen ist.



**Kurt Wallner**, Bürgermeister der Stadt Leoben, ging in seinen Grußworten auf die Bedeutung der Montanuniversität, aber auch der weiteren Forschungsinstitute für die Stadt Leoben ein. Als besonders erfreulich hob er die Entwicklung des ÖGI hervor, das durch seine Investitionen neue Impulse geschaffen hat. Damit werden hochwertige Arbeitsplätze gesichert und stärken damit den Wirtschaftsstandort Leoben. Zudem wird durch Tagungen mit internationaler Beteiligung auch der Kongress-tourismus in Leoben stark angekurbelt.



**KommR Ing. Peter Maiwald**, Obmann des Fachverbandes der Gießerei-Industrie Österreichs und nunmehr auch Vorstandsvorsitzender des Vereins für praktische Gießereiforschung – ÖGI, würdigte die Leistungen aller Beteiligten und betonte, dass das ÖGI damit für die Zukunft gut gerüstet und aufgestellt sei. Er dankte allen Mitgliedsfirmen, Kunden und Förderstellen, die das ÖGI in hervorragender Weise mitgetragen haben. Ein besonderer Dank gebührt den ÖGI-Mitarbeitern, die durch ihre exzellenten Leistungen den Hauptanteil zum Erfolg beigetragen haben.



**Magnifizienz Prof. Dr. Wilfried Eichlseder**, Rektor der Montanuniversität, hob in seinen Grußworten die Kooperation zwischen der Montanuniversität und dem ÖGI hervor, die sich sehr gut entwickelt hat und für beide Seiten mit Vorteilen verbunden ist. Er zeigte aber auch die erfreuliche Entwicklung bei den Studentenzahlen auf, so dass das Ziel von 5000 Hörern in wenigen Jahren erreicht sein wird. Dies bringt aber auch Platzprobleme mit sich und ein Hörsaalzentrum wäre dringend erforderlich. Weiters ging er kurz auf die Geschichte der Montanuniversität ein, die in diesem Jahr ihr 175-jähriges Jubiläum feiert. Dazu wird von 1. bis 3. Oktober 2015 ein Festreigen stattfinden, wozu er zur Teilnahme herzlich eingeladen hat.



**DI Martin Leitl**, Präsident der zweitgrößten außeruniversitären Forschungsvereinigung ACR-Austrian Cooperative Research, würdigte ebenfalls die Leistungen und positive Entwicklung am ÖGI. Insbesondere hat er die Rolle des ÖGI in der ACR hervorgehoben. Hier liefert das ÖGI einen wesentlichen Beitrag in der Dachorganisation; so ist DI Gerhard Schindelbacher seit 2010 Sprecher der Institutsleiter. Weiters hob Martin Leitl die Bedeutung der außeruniversitären Forschungseinrichtungen für die Wirtschaft – von KMU bis zur Großindustrie – hervor und wies auf das umfangreiche Dienstleistungsangebot von hochwertigen Mess- und Prüfungen bis hin zu Innovationsunterstützung und wissenschaftlichen Forschungsarbeiten hin.



**Dr. Hansjörg Dichtl**, nunmehr Ehrenpräsident des Vereins für praktische Gießereiforschung – ÖGI, gab einen kurzen Rückblick über die wesentlichen Ereignisse und die Entwicklung des Institutes während seiner Funktionsperiode als Vorstandsvorsitzender – angefangen vom Kooperationsvertrag mit der Montanuniversität über den Ankauf der Liegenschaft bis hin zu der Modernisierung der Labors und der Anschaffung neuester Forschungsgeräte wie der Computertomographie und schließlich der Um- und Zubauten der letzten beiden Jahre.

Er bedankte sich in diesem Zusammenhang bei allen Wegbegleitern, Förderstellen, Ministerien, Vorstandskollegen, Kunden und den ÖGI-Mitarbeitern, die zu

## Einweihung und Enthüllung einer Skulptur am ÖGI

diesem erfolgreichen Verlauf beigetragen haben.

Abschließend betonte er ein gut bestelltes Haus übergeben zu haben und wünschte seinem Nachfolger, KommR Ing. Peter Maiwald, viel Erfolg für die bevorstehenden Herausforderungen.

Nach dem Festakt an der Montanuniversität begaben sich die Tagungsteilnehmer zum ÖGI, um an Ort und Stelle die Eröffnung vorzunehmen. Dazu hat Stadtpfarrer von Leoben und Hochschuleseelsorger, Monsignore Dr. Markus J. Plöbst in feierlicher Weise die Räumlichkeiten und den Zubau geweiht und gesegnet und eine erfolgreiche Zukunft gewünscht.



Skulptur-Enthüllung vor dem ÖGI-Eingang in der Parkstraße

Als abschließender Höhepunkt wurde eine vom Leobner Künstler Clemens Neugebauer entworfene und am ÖGI abgegossene Skulptur enthüllt. Einzige Vorgabe an den Künstler war der Wunsch, dass drei unterschiedliche Gusswerkstoffe in der Skulptur verwendet werden sollten.

Die 3-teilige Skulptur „Baum und Nymphen“ mit einer Höhe von 3 m und einem Gewicht von rd. 600 kg wird vom Künstler wie folgt beschrieben:

*„Das Österreichische Gießerei-Institut (ÖGI) unterstützt mit seinem Know-how, dass wertvollste,*



Nach der Skulptur-Enthüllung vor dem ÖGI-Zubau (v.l.n.r.): Eichlseder, Schindelbacher, Maiwald, Neugebauer, Wallner, Schumacher, Dichtl, Pseiner, Plöbst.



Geschf. G. Schindelbacher eröffnet die Zeremonien



Stadtpfarrer Monsignore Dr. M. Plöbst spricht zu den Festgästen



Künstler Clemens Neugebauer kommentiert seinen Entwurf

*hochtechnologische Produkte realisiert werden können. Meine Dankbarkeit gilt der Tatsache, dass man bereit ist, vor dem neuen Gebäude auch einen künstlerischen*

Akzent zu setzen. Mit großer Freude durfte ich dafür einen Entwurf beisteuern. Die faszinierende Technologie des Gießens, die seit über 5000 Jahren auch zur Herstellung von Skulpturen verwendet wird, ist das zentrale Aufgabengebiet des Österreichischen Gießerei-Instituts. Was wäre naheliegender gewesen, als dass sich das Gießerei-Institut selber eine Skulptur gießt. Eine Figur aus drei verschiedenen Gusslegierungen: aus Aluminium, Messing und Stahl.

Organisches, Körperhaftes, Lebendiges, Vergängliches umzuformen in Materialien, die zu den dauerhaftesten der Menschheit gehören und Jahrtausende überstehen können, soll nicht meinen persönlichen Ehrgeiz stillen, sondern eine Botschaft senden, die vielleicht in sehr langer Zeit jemanden ähnlich beschäftigt, wie uns heute die Skulpturen längst vergangener Zeiten.“



Die modern gestaltete Skulptur passt hervorragend zum neuen, in modernem Stil gestalteten Eingangsbereich des ÖGI.

Aber auch der im Jahre 1994 zum 40jährigen Bestand ebenfalls am ÖGI gegossene „Gießer“ hat einen attraktiven Platz gefunden und weist nach wie vor auf das **Gießerei-Institut** hin (siehe **Abb oben**).

Bei einem Mittagsbuffet in der Versuchsgießerei und im Institutshof an der Seite des Zubaus klang die 59. Österreichische Gießerei-Tagung bei schönem Wetter erfolgreich aus, was auch in den zufriedenen Gesichtern der Veranstalter (siehe **Abbildungen unten**) zum Ausdruck kommt.



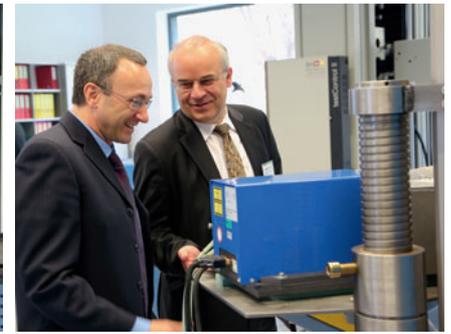
## Die Um- und Zubauten in Zahlen

Im Jahr 2013 wurde ein eingeschossiges Prüflabor mit einer Fläche von 250 m<sup>2</sup> neu errichtet. Darin sind nun alle Prüfgeräte und Anlagen für die statische und dynamische Werkstoffprüfung in einer hellen und modernen Umgebung untergebracht (siehe **Abbn.**).



Labor-Zubau im Institutspark

Modernes Werkstoffprüflabor



Die Tagungsvortragenden Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Bähr (O.v.G.-Universität Magdeburg) und Dr.-Ing. Christian Wilhelm (BDG Geschf. Technik, Düsseldorf) informierten sich über Prüfmöglichkeiten (linkes Bild). Prof. Dr. P. Schumacher im Gespräch mit Dr. L. Knie-waller (NEMAK Linz), rechts im Bild.

Interessierte Tagungsteilnehmer nutzten die Gelegenheit und ließen sich über die modernen Prüfeinrichtungen des ÖGI umfassend informieren.

Im Jahr 2014 wurde der Eingangsbereich mit ebenfalls 250 m<sup>2</sup> erneuert. Im Erdgeschoß befinden sich Empfang, Anmeldung und Sekretariat sowie ein Multifunktionsraum für Besprechungen und Schulungen, im ersten Stock sind zusätzliche Büroräume. Im Zuge der Umbauarbeiten wurden aber auch die Sanitärräume erneuert und ein Sozialraum für die Mitarbeiter eingerichtet.

Die Gesamtbaukosten beliefen sich auf rd. 1,8 Mio €, wobei sowohl Zeit- als auch Kostenplan eingehalten wurden. Die Finanzierung erfolgte fast ausschließlich durch Eigenmittel des ÖGI, lediglich die Stadt Leoben hat dankenswerter Weise einen Beitrag geleistet.



Der neue Eingangsbereich des ÖGI

**Gießerei-Technikum in neuem Glanz**

In 2014 konnten auch die Infrastruktur und wesentliche maschinelle Anlagen im Gießerei-Technikum erneuert werden. Dank einer Infrastrukturförderung durch das BMVFW, das die gemeinsame Anschaffung und den gemeinsamen Betrieb von Großanlagen durch mehrere Institute fördert, konnte in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Gießereikunde der Montanuniversität, die 60 Jahre alte Sandaufbereitungsanlage durch einen neuen Eirich-Mischer Bez. R09 ersetzt und eine Hallenabsaugung inklusive Entstaubung und Luft-rückführung von LHS installiert werden. Ein Dank gebührt den beiden Firmen, die bei der Preisgestaltung sehr entgegengekommen sind.

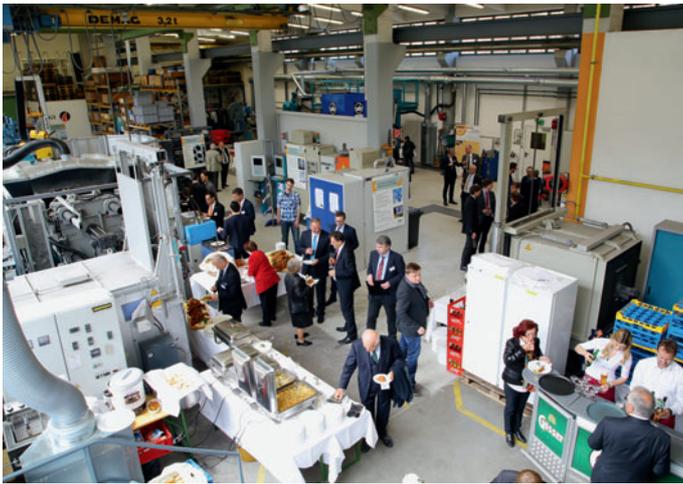


Eirich-Mischer (links)

Zusätzlich und neu wurde ein Durchlaufmischer, Fabr. DWM 1-3 to/h, EG, installiert, der kostenlos von der Fa. Wöhr zur Verfügung gestellt wurde. Durch die Ausstattung mit zwei Pumpsystemen können sowohl organisch als auch anorganisch gebundene Formstoff-



Durchlaufmischer von Wöhr



Rund um die Druckgießzelle war das Mittags-Buffer für die Tagungsteilnehmer und Institutsbesucher am 2. Tagungstag arrangiert

mischungen hergestellt werden und ein Formsand-Wechselbehälter bringt zusätzliche Flexibilität, wenn verschiedene Sande zu Versuchszwecken eingesetzt werden. Bei der Herstellung der großen Formen für den Abguss der Skulptur hat der Mischer bereits beste Dienste erwiesen.

Damit ist das Technikum auf der Formstoffaufbereitungsseite hervorragend ausgestattet. Die Anlagen werden sowohl für die Formherstellung bei laufenden Forschungsprojekten eingesetzt, stehen aber auch interessierten Gießereien/Firmen für Versuche zur Verfügung bzw. werden auf diesen Anlagen auch Übungen mit Studenten abgehalten.

Auf der Dauerformseite wurde die Druckgießanlage mit zusätzlichen Peripheriegeräten ausgestattet und voll automatisiert.

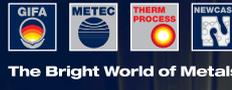
Neu hinzugekommen sind eine Messdatenerfassung von der Firma Electronics, ein Jet-Coolingsystem, Firma Lethiguel, ein Formsprühergerät, Firma Wollin, ein Dosierroboter der Firma Kuka, ein Schmelze-Dosiersystem der Firma Meltec, ein Schutzzaun inkl. Automatisierung der Firma Bilfinger sowie ein Formevakuiertgerät der neuesten Generation von der Firma Fondarex.

Diese Unternehmen bringen diese Anlagen und Geräte als Beteiligung für ein laufendes Druckguss-Forschungsprojekt ein, wofür herzlich gedankt wird. Das ÖGI könnte diese Investitionen aus eigener Kraft niemals aufbringen. Aber nur auf diese Weise ist es möglich, F&E anwendungsnahe und auf hohem Niveau zu betreiben.

Das Gießerei-Technikum am ÖGI ist damit für praktische Versuche für alle Gießverfahren und Gusswerkstoffe gut ausgestattet. Dazu kommen erfahrene und motivierte Mitarbeiter, die von der Versuchsplanung über die Durchführung bis hin zur Auswertung die Abwicklung übernehmen.

**Kontaktadresse:**

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



DÜSSELDORF/GERMANY  
16-20 JUNE 2015

# GIFA® NEWCAST®

13. INTERNATIONALE GIESSEREI-  
FACHMESSE MIT TECHNICAL FORUM  
4. INTERNATIONALE FACHMESSE  
FÜR PRÄZISIONSGUSSPRODUKTE

www.gifa.de  
www.newcast.de



**Die GIFA 2015 und NEWCAST 2015 -  
Gießereimessen im perfekten Verbund.**

Auf dem internationalen Treffpunkt die Gussmärkte von morgen aktiv mitgestalten.

**GIFA:** Die weltweit führende Leitmesse für Gießereitechnologie.

**NEWCAST:** Die bedeutendste Fachmesse für Gussprodukte.

**Willkommen in der Welt moderner  
Gusstechnik, willkommen in Düsseldorf!**



Gesell GmbH & Co. KG  
Sieveringer Str. 153 - 1190 Wien  
Tel. +43(0)1320 50 37 - Fax +43(0)1320 63 44  
office@gesell.com

www.gesell.com





# World Foundry Organization in GIFA

## 13<sup>th</sup> International Foundry Trade Fair

Düsseldorf, 16<sup>th</sup> – 20<sup>th</sup> of June 2015



### 1. WFO in GIFA

- ◆ The World Foundry Organization will have an active role and presence in the most important trade fair for foundry technology in the world.
- ◆ The following activities are to be coordinated during these days in close cooperation with the BDG (Bundesverband der Deutschen Giesserei Industrie) and the Messe Düsseldorf:
  - ◆ WFO Technical Forum
  - ◆ WFO meetings
    - ◆ General Assembly
    - ◆ Executive Meeting
    - ◆ WFO International Working Groups
  - ◆ WFO stand

### 2. WFO Technical Forum

- ◆ The WFO Technical Forum will be held on the 18th of June (10:45h - 15:25h)
- ◆ It will take place within the GIFA exhibition area: **VDG Technical Centre in hall 13**
- ◆ No registration is required for the drop-in sessions
- ◆ All WFO member associations and GIFA participants are welcome to attend to the full program of conferences:

<http://www.thewfo.com/Newsstory.aspx?NewsId=37>

**WE COUNT WITH YOUR PARTICIPATION !!**

### 3. WFO Meetings

The following official meetings will take place:

- ◆ **GENERAL ASSEMBLY MEETING**  
VDG Technical Centre in hall 13 - **18<sup>th</sup> of June 16:00h**
- ◆ WFO International Working Groups (Commissions)
  - Training and Education  
Meeting room 15, Stand H16 **17<sup>th</sup> June at 15:00h**
- ◆ WFO Executive Meeting  
Hall 13 Room 13.5 **15<sup>th</sup> of June 13:00h**

World Foundry Organization



### 4. WFO Stand

The WFO will have a 30m2 stand sponsored by Hüttenes Albertus and located in Hall 12 (stand number E22)

- ◆ Meeting point for WFO Member Countries
- ◆ Networking area
- ◆ Promotion of the WFO to the world wide casting industry
- ◆ Space to share information and to promote activities from the different WFO Member Countries



World Foundry Organization



### 4. WFO Stand

- ◆ All WFO Member Countries will have an available space within the WFO stand to share information and to promote some of their own activities.
- ◆ Please get in contact with the WFO General Secretariat to coordinate the most appropriate way of sending and presenting your documentation, brochures, books, programs, videos or any other kind of information that you might be interested to share.
- ◆ The WFO stand will be as well an open space to hold meetings or interact among professionals.



World Foundry Organization



### 5. WFO International Foundry Report

In the last 4 years the General Assembly includes a round table to present a brief report on the foundry status of each member country.

The main objective for the present 2015 will be to generate a written final report, gathering this basic information from the 32 WFO Member Countries.

This International Foundry Report is aimed to provide a high value added information of the global casting industry, including key areas of change within each country (output changes, market strengths and current issues, whether these are environmental, energy or customer focused ..... 1 page max).

**A BRIEF WRITTEN REPORT IS THEREFORE REQUESTED TO EACH MEMBER COUNTRY FOR THE IFR**

**YOUR COLLABORATION IS REQUIRED !!**

World Foundry Organization



# MITTEN IM GUSS

# MAGMA



*Gießen. Verstehen. Beherrschen. Profitieren.*



MAGMA Gießereitechnologie GmbH  
Kackertstraße 11  
D-52072 Aachen  
Telefon +49 241 88901-0  
Fax +49 241 88901-60  
info@magmasoft.de  
www.magmasoft.de

# MAGMA

Committed to Casting Excellence

# Veranstaltungskalender

## Weiterbildung – Seminare – Tagungen – Kongresse – Messen

Der Verein Deutscher Gießereifachleute bietet in seiner VDG-Akademie im Jahr 2015 noch folgende Weiterbildungsmöglichkeiten an:

Datum:	Ort:	Thema:
<b>2015</b>		
22./24.06.	Düsseldorf	Führungskompetenz für die betriebliche Praxis
24./26.06.	Kassel	Gesundheitsmanager/-in in Gießereien – Modul 3
24./26.06.	Soltau	Grundlagen der Druckgießtechnik – Teil 2
17./18.08.	Düsseldorf	Qualitätssicherungsfachkraft für Gießereien – Teilkurs 3
26./28.08.	Duisburg	Grundlagen der Gießereitechnik
03./04.09.	Düsseldorf	Fertigungskontrolle und Qualitätssicherung
07./08.09.	Düsseldorf	Tongebundene Formstoffe und ihre Prüfverfahren
10./11.09.	Soltau	Grundlagen für den wirtschaftlichen Einsatz von Druckgießwerkzeugen
10./11.09.	Duisburg	Formherstellung: Hand- und Maschinenformverfahren
16./18.09.	Düsseldorf	Führungstraining für Meister
23.09.	Düsseldorf	Produktivitätssteigerung in Gießereien
23./24.09.	Bremen	Funktionsintegration Wettbewerbsfähigkeit durch den Einsatz des Lost-Foam-Gießverfahrens
23./25.09.	Freiberg	Grundlagen der Gießereitechnik für Eisen- und Stahlguss
25.09.	Kassel	Gesundheitsmanager/in in Gießereien – 4. Modul Projekttreffen
01./02.10.	Friedrichshafen	2. Meisterforum Gießerei 2015
19.10.	Düsseldorf	Eigenschaften und Schmelztechnik der Al-Gusslegierungen
19./20.10.	Düsseldorf	Maß-, Form- und Lagetolerierung von Gussstücken
21.10.	Düsseldorf	Europäische Normen für Gusswerkstoffe
22./23.10.	Bad Dürkheim	Technologie des Feingießens – Innovation durch fundiertes Wissen
22./23.10.	Düsseldorf	Metallurgie und Schmelztechnik der Eisen-Gusswerkstoffe im Kupolofen
22./23.10.	Düsseldorf	Fortbildungslehrgang für Immissionsschutzbeauftragte in Gießereien
04.11.	Düsseldorf	FMEA in Gießereien
05./06.11.	Düsseldorf	Werkstoffkunde der Gusseisenwerkstoffe
13.11.	Düsseldorf	Anwendung der Konstruktion in der Gussherstellung – Kokillenguss
19./20.11.	Kassel	Gesundheitsmanager/in in Gießereien – 4. Modul Praxisprojekt
19./20.11.	Bad Dürkheim	Gießerei 4.0-Symposium
23./24.11.	Düsseldorf	Konstruieren mit Gusswerkstoffen
25./27.11.	Duisburg	Grundlagen der Gießereitechnik für Al-Gusslegierungen
30.11.	Düsseldorf	Gefügebildung und Gefügeanalyse der Al-Gusswerkstoffe
01./02.12.	Düsseldorf	Formstoffbedingte Gussfehler
02./04.12.	Düsseldorf	Führungskompetenz für die betriebliche Praxis
07./09.12.	Düsseldorf	Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt- und Speisertechnik bei Gusseisen-Werkstoffen
08./10.12.	Soltau	Wettbewerbsvorteil durch schnelles Rüsten – SMED
09./11.12.	Düsseldorf	Formfüllung, Erstarrung, Anschnitt- und Speisertechnik bei NE-Gusswerkstoffen
14./15.12.	Düsseldorf	Metallographie der Gusseisen-Werkstoffe
16./17.12.	Düsseldorf	Metallurgische Gussfehler in Eisen-Gusswerkstoffen

**Änderungen von Inhalten, Terminen und Veranstaltungsorten vorbehalten!**

**Ansprechpartner bei der VDG-Akademie:** Dipl.-Bibl. Dieter Mewes, Leiter der VDG-Akademie, Tel.: +49 (0)211 6871 363, E-Mail: dieter.mewes@vdg-akademie.de | Frau Mechthild Eichelmann, Tel.: 256, E-Mail: mechthild.eichelmann@vdg-akademie.de | Frau Andrea Kirsch, Tel.: 362, E-Mail:

andrea.kirsch@vdg-akademie.de | Frau Corinna Knöpken, Tel.: 335, E-Mail: corinna.knoepken@vdg-akademie.de | Martin Größchen, Tel.: 357, E-Mail: martin.groesschen@vdg-akademie.de  
 Die VDG-Akademie ist seit dem 4. September 2008 nach der Anerkennungs- und Zulassungsverordnung für die Weiterbildung (AZWV) zertifiziert.  
**Anschrift:** VDG-Akademie, VDG-Verein Deutscher Gießereifachleute e.V, D-40549 Düsseldorf, Hansaallee 203, E-Mail: info@vdg-akademie.de, www.vdg-akademie.de

### Weitere (internationale) Veranstaltungen:

#### 2015

15./20.06.	Düsseldorf	GIFA, METEC, THERMPROCESS, NEWCAST ( <a href="http://www.gifa.de">www.gifa.de</a> ) mit WFO-Technischem Forum und NEWCAST-Forum
22.06.	Braunschweig	GOM Inspect-Einführungsseminar ( <a href="http://www.gom.com/de/events">www.gom.com/de/events</a> )
29.06./01.07.	Osnabrück	Fortbildungspraktikum „Praxis der Bruch- und Oberflächenprüfung“ ( <a href="http://www.dgm.de">www.dgm.de</a> )
01./03.07.	Wien	20. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde
08./10.07.	Shanghai	10 <sup>th</sup> China Int. Diecasting Congress & Exhibition ( <a href="http://www.diecastexpo.cn/en">www.diecastexpo.cn/en</a> )
06./09.09.	Graz	EUROCORR 2015 ( <a href="http://www.eurocorr2015.org">www.eurocorr2015.org</a> )
14./17.09.	Dresden	DGM-Werkstoffwoche – Werkstoffe für die Zukunft ( <a href="http://www.dgm.de/dgm-info/newsletter">www.dgm.de/dgm-info/newsletter</a> )
16./18.09.	Portoroz (SL)	55. Int. Slowenische Gießereitagung ( <a href="http://www.drustvo-livarjev.si">www.drustvo-livarjev.si</a> )
20./23.09.	Leoben	Liquid Metal Processing and Casting Conference 2015 ( <a href="http://www.lmpc2015.org">www.lmpc2015.org</a> )
22./25.09.	Düsseldorf	EUROMOLD – Werkzeug- u. Formenbau ( <a href="http://www.euromold.com">www.euromold.com</a> )
25./29.09.	Düsseldorf	Schweißen & Schneiden ( <a href="http://www.schweissen-schneiden.com">www.schweissen-schneiden.com</a> )
29.09./1.10.	Linz	Schweißen 2015 ( <a href="http://www.schweissen.at">http://www.schweissen.at</a> )
06./07.10.	Wuppertal	Leichtbau in Guss 2015 – Werkstoffe im Wettbewerb ( <a href="http://www.hansertagungen.de/guss">www.hansertagungen.de/guss</a> )
08./10.10.	Istanbul	Aluexpo – 4. International Al-Technology, Machinery and Products Trade Fair ( <a href="http://www.aluexpo.com">www.aluexpo.com</a> )
12.10.	Braunschweig	GOM Inspect-Einführungsseminar ( <a href="http://www.gom.com/de/events">www.gom.com/de/events</a> )
13./15.10.	Karlsruhe	DeburringEXPO – Fachmesse für Entgraten und Polieren ( <a href="http://www.deburring-expo.com">www.deburring-expo.com</a> )
14./15.10.	Stuttgart	Fraunhofer Vision Technologietag 2015 – Industr. Qualitätssicherung mit Bildverarbeitung ( <a href="http://www.vision.fraunhofer.de/de/presse/633.html">http://www.vision.fraunhofer.de/de/presse/633.html</a> )
03./05.11.	Leoben	MPPE 2015 – International Conference on Materials, Processing and Product Engineering ( <a href="http://www.mppe.org">www.mppe.org</a> )
04./05.11.	Berlin	Kupfer-Symposium 2015 (info: <a href="mailto:kupfersymposium@kupferinstitut.de">kupfersymposium@kupferinstitut.de</a> )
09.11.	Braunschweig	GOM Inspect-Einführungsseminar ( <a href="http://www.gom.com/de/events">www.gom.com/de/events</a> )
17./20.11.	Frankfurt a.M.	Formnext 2015 – Werkzeug- und Formenbau und additive Fertigungstechnologien ( <a href="http://www.mesago.de/de/formnext/">www.mesago.de/de/formnext/</a> )
02./04.12.	Kaohsiung	IMT Taiwan – International Metal Taiwan ( <a href="http://www.IMTtaiwan.com">www.IMTtaiwan.com</a> )
<b>2016</b>		
12./14.01.	Nürnberg	EUROGUSS 2016 ( <a href="http://www.euroguss.de">www.euroguss.de</a> )
16./17.02.	Duisburg	1. Internationales Deutsches Formstoff-Forum 2016 (info: <a href="mailto:christian.wilhelm@bdguss.de">christian.wilhelm@bdguss.de</a> )
17./18.03.	Aachen	Aachener Gießerei-Kolloquium ( <a href="http://www.gi.rwth-aachen.de">www.gi.rwth-aachen.de</a> )
<b>07./08.04.</b>	<b>Bad Ischl</b>	<b>60. Österreichische Gießerei-Tagung (<a href="mailto:office@ogi.at">office@ogi.at</a>)</b>
14./15.04.	Magdeburg	Deutscher Gießereitag 2016 ( <a href="mailto:gabriela.bederke@bdguss.de">gabriela.bederke@bdguss.de</a> )
16./19.04.	Minneapolis (USA)	CastExpo '16 ( <a href="http://www.afsinc.org">www.afsinc.org</a> )
<b>22./25.05.</b>	<b>Nagoya (J)</b>	<b>72<sup>th</sup> World Foundry Congress 2016 (<a href="http://www.thewfo.com">www.thewfo.com</a>)</b>
29.05./3.06.	Graz	THERMEC 2016 – International Conference on Processing & Manufacturing of advanced Materials
13./17.09.	Stuttgart	AMB – Int. Ausstellung für Metallbearbeitung ( <a href="http://www.amb-messe.de">www.amb-messe.de</a> )

*Für die Angaben übernimmt die Redaktion keine Gewähr!*

## Firmennachrichten



### GF erhielt den globalen ABB Nachhaltigkeitsaward für Zulieferer

GF wurde mit dem ersten globalen ABB Nachhaltigkeitsaward für Zulieferer geehrt. Der Award, der führende Zulieferer im Bereich der Nachhaltigkeit auszeichnet, wurde am 25. März bei ABB in Zürich vergeben.

Die GF Giesserei in Leipzig/D mit ihren 260 Mitarbeitern produziert Gehäuse für ABB Turbolader. „Es freut mich, dass wir den globalen ABB Nachhaltigkeitsaward für Zulieferer an GF in Leipzig verleihen“, sagte Daniel Helmig, Leiter Supply Chain Management bei ABB. „Das Unternehmen ist ein gutes Beispiel eines ABB- Zulieferers, der unseren hohen Standards bezüglich der Nachhaltigkeit und der Qualität gerecht wird – ein echter Benchmark in unserer Versorgungskette.“

GF Leipzig hat effektive Nachhaltigkeitsverfahren eingeführt. Die Produktionsgesellschaft verwendet neue Kraftstoffe, welche einen Beitrag zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten, sie recycelt die Rohstoffe und bietet Weiterbildung- und Trainingsmöglichkeiten zur Reduktion der Unfälle, sowie zur Verbesserung der Gesundheit und Arbeitssicherheit der Mitarbeiter an.

„Dieser Preis ist ein Symbol für die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit der beiden Unternehmen und honoriert die Bemühungen, welche im Bereich der Nachhaltigkeit innerhalb der letzten Jahre getroffen wurden“, sagte Matthias Heinrich, Geschäftsführer von GF Leipzig.

Die Giesserei in Leipzig setzt mit ihrem hochmodernen Betrieb hohe

Maßstäbe in der ABB Zuliefererkette. Vor allem für Zulieferer, die sich von Grund auf in einer Branche mit gefährlichen und energieintensiven Produktionsprozessen, wie Schmelzen und Gießen, befinden, ist dies sehr wichtig. „Ich freue mich über die stetigen Investitionen in neue Technologien zur Reduktion des Energieverbrauchs, der Emissionen und der Abfallmenge“, sagte Adam Roscoe, Head of Sustainability Affairs bei ABB.

„Wir fühlen uns geehrt, diesen Preis von der ABB zu erhalten. Es ist ein Anreiz, um unseren Bemühungen im Bereich der Nachhaltigkeit weiterhin nachzugehen“, sagte Manfred Leyrer, Corporate Sustainability Officer bei GF.

Quelle: GF-Pressesaussendung vom 25.3.2015



### GF steigt in wachsenden Markt für Elektrofahrzeug-Komponenten ein

Georg Fischer Automotive, eine Division von GF, hat Aufträge über mehr als EUR 50 Mio. für die Produktion von Komponenten für Elektrofahrzeuge erhalten. Diese werden in verschiedenen Modellen

renommierter Automobilhersteller verbaut. Die Aufträge umfassen sowohl Batteriegehäuse als auch Strukturteile aus Leichtmetall. Die Bauteile wurden speziell mit dem Ziel der Gewichtsreduktion, einem

Schlüsselthema bei Elektrofahrzeugen, designt. Gefertigt werden sie in den österreichischen Gießereien **Altenmarkt** und **Herzogenburg**.

Quelle: GF-Pressesaussendung vom 31.3.2015



### präsentiert ihre neue Software zum automatischen virtuellen Experimentieren und Optimieren auf der GIFA 2015

Die MAGMA GmbH, Aachen, präsentiert auf der 13. Internationalen Gießerei-Fachmesse GIFA in Düsseldorf mit MAGMA<sup>5</sup> Release 5.3 eine neue Software zum automatischen virtuellen Experimentieren und Optimieren. Auf Stand 12 A20 in Halle 12 demonstriert das Unternehmen, wie mit MAGMA<sup>5</sup> die gesamte Gussteilentwicklung- und Fertigungskette optimiert und damit wirtschaftlicher Nutzen für die Gießerei realisiert werden kann. Als Neuheiten zeigt MAGMA

die Version 5.3 mit vollständig integrierter Versuchsplanung und Optimierung sowie erweiterten Möglichkeiten für alle Gießverfahren.

Das Unternehmen stellt neue Wege zur Simulation des gesamten Kernherstellungsprozesses vor und gibt einen Einblick in zukünftige Entwicklungen für Druckguss, Strangguss und zur einfachen Nutzung von MAGMA-Ergebnissen zur Kommunikation im Unternehmen und mit dem Kunden.

Ein wesentlicher Schwerpunkt des Messeauftritts ist gezielt dem Weiterbildungsangebot der MAGMAacademy für Gießereifachleute gewidmet.

#### MAGMA<sup>5</sup> – Gießen. Verstehen. Beherrschen. Profitieren.

MAGMA<sup>5</sup> Release 5.3 bietet erstmalig die Möglichkeit zum virtuellen Experimentieren und automatischen Optimieren am Bildschirm. Damit wird die Einstellung von ro-

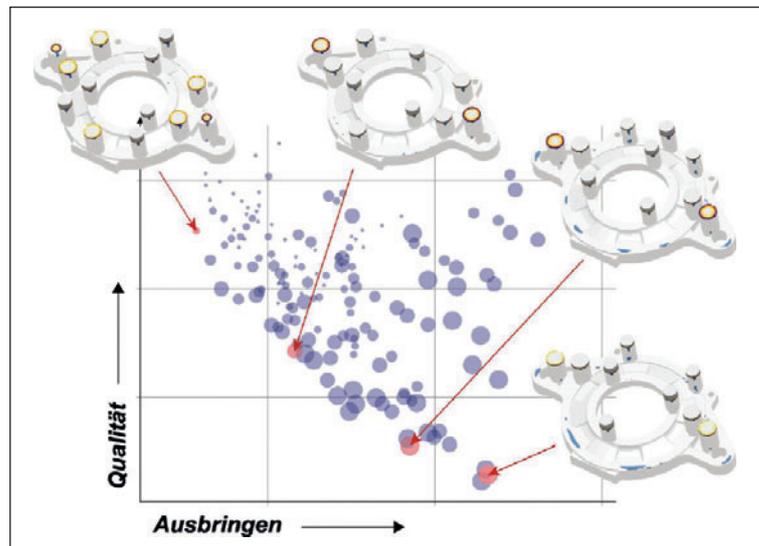
busten Prozessen und optimierten Lösungen für Gießtechnik und Fertigungsbedingungen bereits vor dem ersten Abguss möglich. Die Software sucht eigenständig nach den bestmöglichen Bedingungen für die Laufdimensionierung, die Anschnittpositionen und auch nach der optimalen Lage und Größe von Speisern und Kühlkokillen. Damit kann der Gießer die Simulationen als Versuchsfeld nutzen, um gleichzeitig unterschiedliche Qualitäts- und Kostenziele zu verfolgen.

Für diese neue Methodik wurden umfangreiche Möglichkeiten zur automatischen Variation von Geometrien durch parametrisches Konstruieren geschaffen und statistische Werkzeuge zur Versuchsplanung und genetische Algorithmen zur Prozessoptimierung in MAGMA<sup>5</sup> integriert. Eine neue Auswertungsperspektive ermöglicht einen einfachen und schnellen quantitativen Vergleich zahlreicher Simulationsergebnisse. Damit werden Zusammenhänge zwischen Design- und Prozessvariablen, Qualitätskriterien und Zielvorgaben schnell zusammengefasst und klar visualisiert.

Virtuelles Experimentieren und Optimieren sind damit erstmals umfassend in MAGMA<sup>5</sup> integriert. Unabhängig davon, ob der Fachmann in Zukunft ein einzelnes Projekt simuliert oder ein virtueller Versuchsplan beziehungsweise eine umfassende Optimierung durchgeführt wird: MAGMA<sup>5</sup> bietet eine ganz neue Methodik und leistungsfähige Werkzeuge zur Verbesserung des Prozessverständnisses und zur Einstellung von robusten Fertigungsbedingungen und optimierten gießtechnischen Lösungen vor dem ersten Abguss.

### Mitten im Guss

Auf der GIFA zeigt MAGMA darüber hinaus ihre neuesten Entwicklungen zur quantitativen Ermittlung der Gussteileigenschaften von Aluminium, Gusseisen oder Stahlguss im Gusszustand und nach der Wärmebehandlung. MAGMA<sup>5</sup> nonferrous und MAGMA<sup>5</sup> iron berechnen Gefüge und Eigenschaften unter Berücksichtigung der Metallurgie, Impftechnik und der Legierungszusammensetzung. Neue Entwicklungen ermöglichen die Optimierung der Wär-



Virtuelle Versuchsplanung mit MAGMA<sup>5</sup> ermöglicht die Einstellung des bestmöglichen Kompromisses zwischen Qualitätsanforderungen an das Gussteil und den Kosten

mebehandlung für ADI-Gusseisenwerkstoffe. MAGMA<sup>5</sup> steel sagt Sand- und Reoxidationseinschlüsse aufgrund der Formfüllung voraus und berechnet Makroseigerungen in Stahlguss und das Gefüge aus der Wärmebehandlung. Mit einem neuen, sehr effizienten Strahlungsmodell wird der Wärmetransport für Feinguss und Blockguss unter Berücksichtigung unterschiedlicher Einstrahlbedingungen und Abschattungen berücksichtigt.

Mit dem Spannungsmodul MAGMA<sup>5</sup> stress werden thermische Spannungen in Gussteilen und Dauerformen für alle Fertigungsschritte einschließlich Wärmebehandlung und Bearbeitung ermittelt, um Rissprobleme und Verzüge vorhersagen zu können. Simulierte Verzögergebnisse können wie auf einer Koordinatenmessmaschine ausgewertet und direkt mit realen Vermessungen verglichen werden. Während des Abkühlens und der Wärmebehandlung können Kriecheffekte im Gussteil berücksichtigt werden. MAGMA<sup>5</sup> dielife ermöglicht die Bewertung der Werkzeuglebensdauer von Dauerformen.

### Transparenz in der Kernfertigung

In der neuen Version von MAGMA C+M wurden zahlreiche Möglichkeiten zur Vorhersage und Optimierung von Kernherstellungsverfahren ergänzt. Dadurch können mit MAGMA C+M Kernschießen, Begasen und Aushärten von organischen und anorganischen Kernen simuliert werden. Zur optimierten Auslegung von Kernwerkzeugen

und Herstellungsprozessen stehen in MAGMA C+M nun neue Kriterien zur Bewertung des Schießverlaufs, der Begasung sowie zur Vorhersage des Kernbüchsenverschleißes zur Verfügung.

### Kommunizieren ist der Schlüssel zum Erfolg

Auf der GIFA wird MAGMA ganz neue und innovative Lösungen zum Informationsaustausch von Simulations- und Optimierungsergebnissen in der Gießerei und mit dem Gussteilkonstrukteur oder -abnehmer vorstellen. Damit werden die Ergebnisse von MAGMA<sup>5</sup> zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort im Unternehmen für alle Beteiligten schnell und einfach abrufbar.

### Optimierter Druckguss und Strangguss

Neue Entwicklungen in MAGMA<sup>5</sup> erlauben die effiziente Auslegung und Optimierung des gesamten Druckgießprozesses. Alle wesentlichen Prozessschritte von der Füllung der Schusskammer, der Schusskurve und der Werkzeugtemperierung bis hin zum Sprühprogramm können nicht nur berücksichtigt, sondern auch zielgerichtet optimiert werden.

Auf Basis langjähriger Zusammenarbeit mit Industriepartnern wird das Programm MAGMA<sup>5</sup> cont zur Simulation des Stranggießverfahrens künftig vollständig in MAGMA<sup>5</sup> integriert und kann für die Werkstoffe Aluminium, Kupfer und Stahl angewendet werden. In MAGMA<sup>5</sup> cont stehen alle Möglichkeiten zum virtuellen Experimen-

tieren und Optimieren zur Verfügung.

**MAGMAacademy – Wissen schafft Wertschöpfung!**

Auf dem Messestand wird das Angebot der MAGMA zur Aus- und Weiterbildung von Gießern, Gussteilkonstrukteuren und Gussabnehmern ausführlich präsentiert. MAGMAacademy bietet neben Produktschulungen und Workshops für Anwender insbesondere Seminare für Fachleute und Entscheider an, die von den Ergebnissen der Simulation profitieren möchten. Die Seminare bieten neben Grundlagen zu werkstoff- und verfahrensspezifischen Themen methodische Hilfen zur Nutzung und Umsetzung von Informationen aus der Simulation für Gussteilentwicklung, Werkzeugauslegung und Fertigungsoptimierung.

**MAGMA – Vielseitig engagiert**

Auf dem begleitenden NEWCAST Forum halten MAGMA-Referenten einen Vortrag zum Thema „Robustes Gussdesign durch virtuelles Experimentieren mit Gießprozess-Simulation als Baustein innovativer

Entwicklungsprozesse“ und präsentieren auf der parallel stattfindenden Messe METEC Informationen über die „Automatische virtuelle Optimierung von Blockguss und Strangguss“.

MAGMA unterstützt die Initiative „Jugend-Technik-Zukunft“ auf der GIFA sowohl mit einem eigenen Stand als auch im Rahmen der

Schülergießerei. In beiden Fällen wird Schülern, Studienanfängern und Auszubildenden die Attraktivität der gesamten Branche für qualifizierte Fachkräfte anhand interaktiver, spielerischer Elemente vermittelt.

**Quelle:** Magma-Prtessemitteilung v. 4.5.2015

**Über MAGMA**

MAGMA bietet seine Lösungen weltweit der Gießereiindustrie, Gussteilabnehmern und Konstrukteuren an. Zum Produkt- und Leistungsportfolio gehören die Simulationssoftware MAGMA<sup>5</sup> und umfassende Engineering-Dienstleistungen zur Gussteilauslegung und -Prozessoptimierung.

MAGMA-Software wird heute von Unternehmen weltweit für die wirtschaftliche Fertigung von Gussteilen, zur Reduzierung von Qualitätskosten und zur Einstellung robuster Prozesse für alle Anwendungen, insbesondere in der Automobilindustrie und dem Maschinenbau, eingesetzt.

Die MAGMA Gießereitechnologie GmbH wurde 1988 gegründet und hat ihren Hauptsitz in Aachen, Deutschland. Globale Präsenz und Support werden durch Betriebsstätten und Tochtergesellschaften in den USA, Singapur, Brasilien, Korea, Türkei, China, Indien und der Tschechischen Republik sichergestellt. Darüber hinaus wird MAGMA weltweit von 30 qualifizierten Partnern vertreten.

[www.magmasoft.de](http://www.magmasoft.de)

**GIFA Halle 12 A20**

**ASKCHEMICALS**  
We advance your casting



**ASK Chemicals präsentiert sich mit innovativen Technologien, Systemen und Services auf der Weltleitmesse GIFA 2015**

**Als einer der weltweit größten Anbieter von Gießerei-Chemikalien und -Hilfsmitteln präsentiert ASK Chemicals im Rahmen der internationalen Gießerei-Fachmesse GIFA 2015 in Düsseldorf auf 800 Quadratmetern das effiziente Zusammenspiel ihres innovativen Produktportfolios in Kombination mit der hohen Servicekompetenz des Unternehmens. Am Messestand A22 in Halle 12 können sich Interessierte über das gesamte Leistungsspektrum und die Anwendungsgebiete informieren.**

Die diesjährige GIFA versteht sich als Gradmesser für zukunftsweisende Innovationen und unterstreicht die Bedeutung einer effizienten Produktion für Gießereibetriebe. In diesem Rahmen präsentiert sich auch ASK Chemicals – bekannt als langjähriger Partner der

Branche – mit innovativen Technologien und einer ausgeprägten Kundenorientierung. Mit innovativen und technologisch ausgereiften Systemen, die umfassend zur Prozesssicherheit beitragen, stellt ASK Chemicals einmal mehr seine Rolle als Impulsgeber für den kompletten Entwicklungs- und Produktionsprozess von Gussteilen unter Beweis. In den letzten Jahren ist es gelungen, wichtige Neuerungen in den Bereichen organischer und anorganischer Hochleistungs-Bindersysteme, Schlichten sowie Speiser- und Filtersysteme einzuführen. Mit seinem breiten Angebot an Gießerei-Hilfsmitteln und Additiven leistet das Unternehmen einen entscheidenden Beitrag dazu, dass die Gießereibranche zukünftigen ökologischen und ökonomischen Anforderungen gerecht werden kann.

All das wird für Besucher auf der Ausstellungsfläche an **Stand A22 in Halle 12** greifbar. Interessierte werden multimedial durch die Themenfelder „Innovation und Technologie“, „Prozesse und deren Produktivität“, „Global Solutions“ sowie „Mehrwert durch Services“ geführt. Fallstudien zeigen den Einsatz der Produkte von ASK Chemicals und deren Anwendungsmöglichkeiten. Exzellenz als Lieferant ist bei ASK Chemicals Programm. Der Schlüssel dazu sind der technische Service und Vertrieb sowie die internationalen Anwendungs- und Forschungslabors. ASK Chemicals legt großen Wert auf die fachliche Nähe zum Kunden und dessen Unterstützung vor Ort, das umfassende Know-how und eine ausgeprägte Serviceorientierung der Mitarbeiter.

„Wir freuen uns sehr auf die diesjährige Ausstellung“, erklärt Jörg Brotzki, Executive Vice President Europa. „Mit unserem Angebot an innovativen Produkten und Valued Added Services sowie unserer Innovationskraft und globalen Präsenz bieten wir Gießereien hohe Effizienz und Sicherheit in der Pro-

duktion. Daneben spielen nachhaltige Lösungen für uns natürlich stets eine tragende Rolle. Das werden wir im Rahmen unseres Messeauftritts anschaulich und ein-drucksvoll vermitteln.“

Während der GIFA sind Besucher herzlich eingeladen, den stündlichen Live-Demonstrationen

mit einer LUEBER Kernschießmaschine am Stand von ASK Chemicals beizuwohnen. Der Fachbesucher kann sich dort von der Leistungsfähigkeit der INOTEC™-Technologie überzeugen.

Quelle: ASK Chemicals Presseaus-sendung vom 29.4.2015

**GIFA Halle 12 Stand A 22**



**ASK Chemicals stellt die SOLITEC™ Drying Technology vor. Auf die schnelle Trocknung kommt es an.**

**Im Mittel- und Großguss ist die gleichmäßige und schnelle Schlichtetrocknung ganz besonders wichtig – einerseits aus Produktivitätsgründen und andererseits aus Gründen der Prozesssicherheit. ASK Chemicals bietet mit den Produkten der SOLITEC™ Drying Technology nun innovative Lösungen für diese speziell im Mittel- und Großguss gestellten Anforderungen.**

Trocknungszeiten über mehrere Stunden oder gar Tage sind für die Gießereien inakzeptabel; Lösungen wie Formentrockner oder Trockenofen sind jedoch mit zusätzlichen Investitionen verbunden. Aus diesem Grunde werden für Formen und Kerne in den Segmenten Mittel- und Großguss noch stets bevorzugt Alkoholschichten eingesetzt, die dann ggf. abgeflammt werden. So gängig diese Methode auch nach wie vor ist, so ist sie doch auch mit vielen Risiken verbunden.

Daher sind es nicht nur wirtschaftliche Überlegungen, sondern auch ein geschärftes Bewusstsein für Gesundheits-, Arbeits- und Umweltschutz, die die Gießereien und ihre Zulieferer nach Alternativen suchen lassen. Für ASK Chemicals steht dabei die Entwicklung effizienter wasserbasierter Lösungen im Fokus.

**SOLITEC™ HY für den Mittelguss**

Besonders im mittleren Segment fordern Gießereien schnell trocknende Schlichte-Lösungen, die die Produktivität steigern, aber nicht als Gefahrgut gekennzeichnet sind. Die patentierte Pastenschlichte SOLITEC™ HY von ASK Chemicals ist wasserbasiert und kann sowohl mit Wasser als auch mit Al-

kohol verdünnt werden. Im Gegensatz zu konventionellen Alkoholschichten hat der eingesetzte Alkohol jedoch einen höheren Brennpunkt und ist darum nicht als Gefahrgut klassifiziert. Investitionen und Kosten für Lagerung, Versicherung und Transport sind durch den Wegfall der Gefahrgut-Klassifizierung reduziert. Darüber hinaus bietet die hohe Ergiebigkeit der verdünnten Schlichte (Dichte = 1,2 g/cm<sup>3</sup>) weiteres Einsparpotenzial (siehe **Tabelle 1**).

**SOLITEC™ DI mit Nass-/Trocken-Indikator für den Großguss**

Mit SOLITEC™ DI ist es ASK Chemicals gelungen, eine schnell trocknende Schlichte zu entwickeln, die einen sichtbaren Farbwechsel vollzieht, sobald sie trocknet. Um Gussfehler zu vermeiden, ist das vollständige Trocknen der Schlichte zwingend erforderlich.

SOLITEC™ DI wechselt beim Trocknen also die Farbe und dient

	Konvent. Schlichte (auf Zirkonbasis)	SOLITEC™ HY	Einsparung
<b>Dichte (kg/l)</b>	1,9	1,2	-36 %
<b>Verbrauch p.a.</b>	100	60	-40 %
<b>Kosten Fertig-Schlichte p.a.</b>	100	64	-36 %

Tabelle 1: SOLITEC™ HY bietet Gießereien Einsparpotenzial von bis zu 40 % im Vergleich zu konventionellen Schichten.

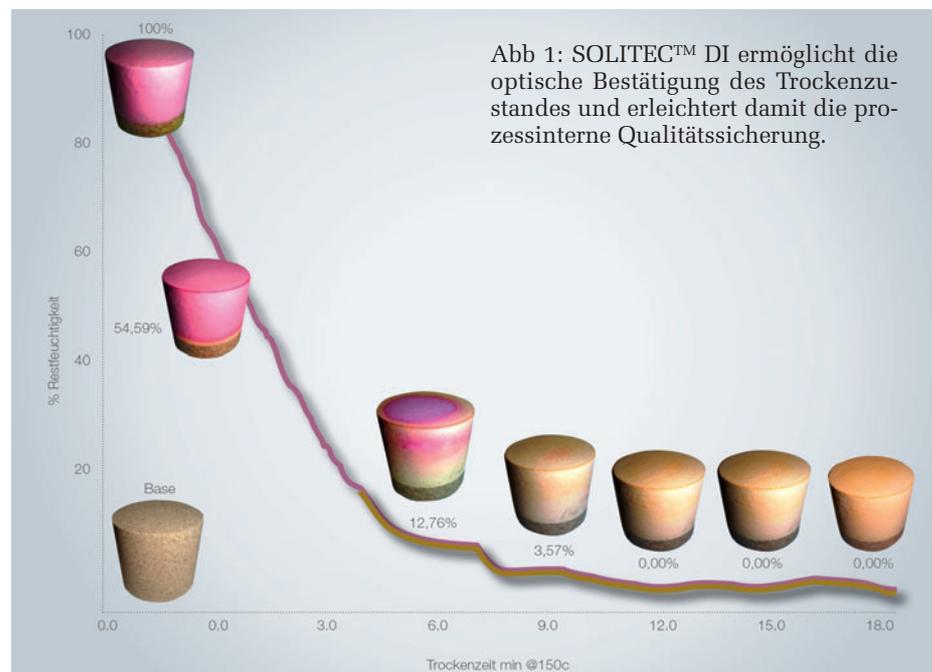


Abb 1: SOLITEC™ DI ermöglicht die optische Bestätigung des Trockenzustandes und erleichtert damit die prozessinterne Qualitätssicherung.

damit nicht nur hervorragend als Nass-/Trocken-Indikator, sondern ist gleichzeitig auch ein prozessinternes Qualitätssicherungsinstrument (siehe **Abb. 1**). Weisen Sandformen oder -kerne unzureichend verdichtete Stellen auf, so tendieren diese Stellen besonders dazu, mehr Feuchtigkeit aufzunehmen als die umgebenden – besser verdichteten

– Bereiche, wodurch sie eine längere Trocknungszeit benötigen.

Hier ermöglicht der optisch leicht erkennbare Farbwechsel die Prozesssicherheit zu optimieren und den Ausschuss zu reduzieren. Fehlerhafte Kerne und Formen werden leichter gesichtet und Fehlgüsse können vermieden werden.

**Erfahren Sie mehr über die SOLI-TEC™ Drying Technology von ASK Chemicals auf der GIFA in Düsseldorf vom 16. bis 20. Juni 2015 in Halle 12, Stand A22.**

**Quelle:** ASK Chemicals Presseausendung vom 30.3.2015

**StrikoWestofen**<sup>®</sup>  
Group

## Dosierttechnologie neu designed

**Noch unter Verschluss: Mit einer völlig neu konzipierten Dosierofen-Baureihe wird die StrikoWestofen Gruppe, Gummersbach/D, auf der GIFA 2015 in Düsseldorf überraschen. Der global agierende Hersteller thermischer Prozesstechnik betritt damit nach eigenen Angaben die nächste Entwicklungsstufe in der Dosierttechnologie – mit zahlreichen Vorteilen für Leichtmetall-Gießereien. Die neuen Dosieröfen sollen insbesondere in den Bereichen Design, Beheizung, Effizienz, Bedienbarkeit und Betriebssicherheit neue Standards setzen. Zu sehen auf dem StrikoWestofen Stand D38 in Halle 11.**

Kosten und Ausschussraten senken, Ressourcen schonen und Arbeit erleichtern: Aluminiumgießereien sind darin geübt, kontinuierlich ihre Prozessabläufe und Technologien zu optimieren. Diesem Gedanken folgt auch die StrikoWestofen Gruppe aus dem oberbergischen Gummersbach. Der weltweite Hersteller thermischer Prozesstechnik für den Leichtmetallguss gilt seit Jahren als Experte und Vorreiter für energieeffiziente Schmelz- und Dosierlösungen. Um diesem Anspruch auch weiterhin gerecht zu werden, präsentiert StrikoWestofen auf der internationalen Gießereifachmesse GIFA 2015 in Düsseldorf das Ergebnis seiner jüngsten Entwicklungsarbeit: eine völlig neu konzipierte Dosierofen-Baureihe.

### Dosierttechnologie 4.0

Auf der Messe wird StrikoWestofen weitere neue Optionen der Steuerung *ProDos 3* der Fachwelt präsentieren. „Wir sind stolz, als deutsches Unternehmen international an der Spitze der Entwicklung zu stehen und mit unseren Innovationen Dosierofen-Standards im Leichtmetallguss zu setzen. Insbesondere, da auch die Anforderungen – etwa für den Strukturguss – weiter gestiegen sind“, erklärt StrikoWestofen-Geschäftsführer Rudi Riedel. „Nach jahrelanger Entwicklungsarbeit ist die GIFA dann immer genau der richtige Rahmen, unsere Innovation der internationalen Fachwelt vorzustellen.“ Schwerpunkt der Entwicklung bei StrikoWestofen war, Aluminiumgießereien eine neue Technologie anzubieten, die in punkto Verfügbarkeit, Energieeffizienz, Bedienung, Betriebssicherheit, Platzbedarf und Nachhaltigkeit weiter verbessert wurde. Denn besonders eine noch höhere Dosiergenauigkeit und eine leichte Bedienbarkeit tragen in Gießereibetrieben dazu bei, Ressourcen zu schonen und Arbeitskräfte zu entlasten.

### Jahrelange Entwicklung

Erst Messwerte aus der Praxis können die Leistung, die Verfügbarkeit und den Wartungsaufwand von Dosieröfen realistisch nachweisen. „5.000 verkaufte Westomat bedeuten auch 5.000 Kundenerfahrungen,

die wertvoll und inspirierend waren für unsere Produktentwicklung. Daher ist eine gute Zusammenarbeit mit Kunden und Gießereimaschinenherstellern ausschlaggebend für erfolgreiche Entwicklung“, so Riedel. Die Ingenieure von StrikoWestofen werten daher regelmäßig die Daten von Dosieranlagen aus, die im laufenden Betrieb der Gießanlagen aufgezeichnet und von den Kunden zur Verfügung gestellt werden. Da diese Erfahrungswerte auf unterschiedlichen Vor-Ort Parametern basieren, geben sie Aufschluss über die optimalen Bedingungen im Verbund mit der jeweiligen Gießanlage und die Bedürfnisse eines Gießereibetriebes. „Unsere neue Baureihe profitiert unter anderem von einer neuartigen Art der Beheizung, verbesserten Isolierungen sowie einem herausragenden und noch funktionalerem Design. Wir freuen uns, dass wir einen international bekannten Maschinendesigner für die Designentwicklung gewinnen konnten“, verrät Peter Reuther, Vertriebsleiter Europa bei StrikoWestofen, schon vorab. „Zusätzlich ermöglichen wir Betrieben durch unsere Neuentwicklungen, einen weiteren Schritt in Richtung nachhaltigeres Wirtschaften.“ Genaue Details zur Technologie und zum Design wird StrikoWestofen auf dem **Messestand D38 in Halle 11** vorstellen.

**Quelle:** Presseausendung v. 31.3.2015

**GIFA Halle 11 Stand D 38**



## Gießerei-Institut der RWTH Aachen: Druckgegossene Metallhybride auf dem Weg zur Serienanwendung

In nunmehr drei konsekutiven Forschungsprojekten wirkt das Gießerei-

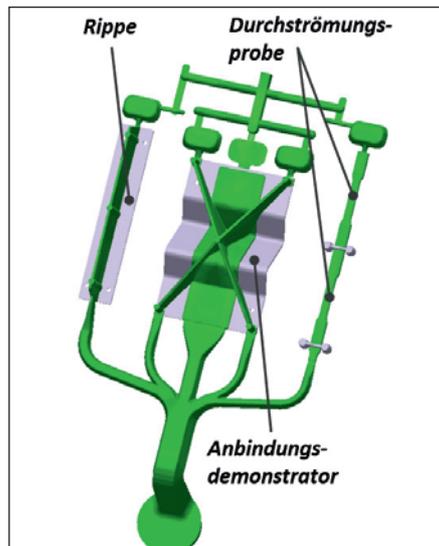
Institut aktiv an der Entwicklung hybrider Karosserie-Leicht-

baustrukturen in VarioStruct®-Bauweise mit. Im Laufe der gemein-

samen Forschung mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft wurde 2009 bereits ein seriennaher Prototyp in Gestalt eines Dachquerträgers vorgestellt.

Im Rahmen des aktuellen Projekts „Hybridmetall“, welches zwischen 2011 und 2014 mit NRW-Landesmitteln der Förderlinie Automotive und Produktion durchgeführt wurde, konnten dem komplexen Gesamtziel „Serienreife der neuen Technologie“ weitere entscheidende Puzzlestücke hinzugefügt werden.

Am Gießerei-Institut wurden dazu mithilfe eines neuen Demonstrator-Konzepts hybridspezifische Besonderheiten im Gießprozess, wie etwa das Füllverhalten in Anwesenheit eines Blecheinlegers



Multifunktionales Bauteilkonzept zur Untersuchung druckgegossener Hybridstrukturen

oder stoffliche Interaktionen an der Grenzfläche, eingehend untersucht.

Des Weiteren wurde die simultative Abbildung der gesamten Fertigungskette erreicht, was sowohl leistungs- als auch prozessseitig deutlich präzisere Prognosen bezüglich des Verhaltens der Hybridstrukturen ermöglicht.

Quelle: BDG-Presseservice v. 6.5.2015

#### Kontakt:

Gießerei-Institut RWTH Aachen  
zH Fr. Birgit Sommer  
D.52072 Aachen | Intzestraße 5  
Tel.: +49 (0)241 8096791  
E-Mail: b.sommer@gi.rwth-aachen.de  
www.gi.rwth-aachen.de

**GIFA: Halle 13, Stand C 20**



## Die HA-Gruppe – Innovativ und vielseitig

Das Gießen ist seit vielen Jahrhunderten und auch in der Zukunft vor allem eines: ein innovativer Prozess. Die Hüttenes-Albertus Gruppe hat es sich als Ziel gesetzt, den Gießereien als zuverlässiger und ideenreicher Partner zur Seite zu stehen – auf der ganzen Welt und mit allen Produkten und Dienstleistungen, die Gießereien für fortschrittliche und effiziente Gießprozesse benötigen.

### Im Zeichen des Gießers



**GIFA  
2015**



Entwicklungen und Trends in der Gießereichemie zu präsentieren und die Besucher erwarten zahlreiche Ausstellungsstücke – von sehr kleinen und filigranen Teilen bis hin zu riesigen Gusstücken.

An diesen Anschauungsobjekten lassen sich die Ergebnisse intensiver Forschung und technischer Fortschritte hervorragend diskutieren. Alle deutschen Vertriebs- und Produktspezialisten sowie zahlreiche Fachleute aus den mehr als 30 internationalen Standorten der HA-Gruppe werden den Besuchern für Gespräche, weiterführende Informationen und Fragen zur Verfügung stehen.

### Innovative Gießereichemie

Die derzeit größte Herausforderung ist die Vereinbarkeit von hoher Produktivität mit umweltfreundlichen Einsatzstoffen und „grünen“ Gießprozessen. Die Hüttenes-Albertus-Gruppe stellt sich dieser Herausforderung und kann eine Vielzahl von Neuerungen bei organischen und anorganischen Bindersystemen und Gießereihilfsstoffen präsentieren.

Bei der Entwicklung von umweltfreundlichen und gleichzeitig wirtschaftlich einsetzbaren Produkten hat sich Hüttenes-Albertus nicht nur auf die anorganischen Bindersysteme konzentriert – auch wenn das selbstverständlich ein großes Messe-Thema sein wird. Doch auch bei den bewährten organischen Verfahren konnten weitere Fortschritte erzielt werden. Emissions- und

C-reduzierte Cold-Box-Systeme sind hier nur ein Stichwort.

Bei den Schichten ist besonders die neue Imprägnationsschicht gegen weißen Belag auf der Gussoberfläche hervorzuheben. Über diese Innovation können sich interessierte Besucher nicht nur auf dem HA-Stand, sondern auch bei einem Vortrag im Rahmen des Technischen Forums informieren. Ein weiterer Vortrag wird über die Neuheiten in der Speisertechnologie gehalten, wo sich speziell im Aluminium-Sandguss viel getan hat.

### Ressourcenschonung im Gießereibetrieb durch Einsatz spezialisierter Bindemittel

Die Gießerei-Industrie muss sich immer wieder aufs Neue den sich verändernden politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stellen. Von besonderer Wichtigkeit für den wirtschaftlichen Erfolg ist dabei eine hohe Produktivität. Die Anforderungen an die Gussteilqualität und die Komplexität steigen kontinuierlich an.

Aufgrund der sich ändernden umweltpolitischen Prioritäten steht für die Gießereien der Einsatz nachhaltiger, umwelt- und ressourcenschonender Bindertechnologien ebenfalls im Fokus. Die Eigenschaften der Kernbindersysteme wurden

in den letzten Jahren deutlich verbessert. Insbesondere die Emissionsbilanz wurde durch Weiter- und Neuentwicklungen etablierter Kernherstellungsverfahren optimiert. Hohe Deponie- und Rohstoffkosten sowie verschärfte gesetzliche Auflagen erfordern zum Beispiel den verstärkten Einsatz der Sandregenerierung. Diesen hohen Anforderungen müssen sich auch die Unternehmen der Gießereichemie stellen.



### Spezialisierte Cold-Box-Systeme

Die organischen Bindersysteme und vor allem das Cold-Box-Verfahren sind nach wie vor die dominierenden Kernherstellungsverfahren, insbesondere im Serieguss. Diese Stellung hat das Cold-Box-

Verfahren aufgrund seiner vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten, seiner Effektivität und auch seiner technisch-technologischen Weiterentwicklungen erreicht. Die zunehmende Spezialisierung und wachsende Komplexität in Kombination mit gestiegenen Umwelanforderungen erfordern auch den Einsatz spezialisierter Bindemittel.

Hüttenes-Albertus hat frühzeitig damit begonnen, Bindersysteme mit verbesserten Eigenschaften zu entwickeln. So ist es zum Beispiel gelungen, Systeme mit einem möglichst geringen Anteil an freiem Phenol, BTEX und Formaldehyd zu entwickeln, um die Anforderungen an Deponierbarkeit und Umweltverträglichkeit zu erfüllen.

Seit längerer Zeit ist HA dabei, anorganische Komponenten in das organische Cold-Box-System zu integrieren. Diese silikathaltigen Cold-Box-Systeme haben einen deutlich geringeren Kohlenstoffgehalt (Carbon Footprint) und emittieren aufgrund des enthaltenen Anorganikanteils weniger Gasmenge und Schadstoffe.

Weitere Entwicklungsschwerpunkte bestanden in der Anpassung moderner Cold-Box-Systeme an die Erfordernisse hochautomatisierter Kernfertigungsanlagen. Durch intensive Optimierung und konsequente Weiterentwicklung ist

es gelungen, hochentwickelte und spezialisierte Cold-Box-Systeme für eine Vielzahl von Problemstellungen zu entwickeln und anzuwenden.

### Sehen, erfahren, mitmachen

Als Partner der *metals4you-Initiative* wird Hüttenes-Albertus auf einem separaten Standteil die „Junge Gießereichemie“ präsentieren. An mehreren Stationen wird den (nicht nur) jungen Besuchergruppen mit Hilfe von Vorführungen und Mitmachexperimenten die spannende Welt der Gießereichemie näher gebracht. Nach der beeindruckenden Erfahrung auf der letzten Messe erwartet das Team aus Chemikern und Analytikern in diesem Jahr sogar noch mehr Besucher.

Insgesamt wird es auf dem Stand der Hüttenes-Albertus-Gruppe viel Bewegung geben – ob bei Maschinen, Bildschirmen oder Ausstellungsstücken. Und natürlich lädt das motivierte HA-Team alle Besucher herzlich zu einem Gespräch oder einem Rundgang ein.

#### Kontaktadresse:

Hüttenes-Albertus GmbH  
D-40549 Düsseldorf | Wiesenstr 23/64  
www.huettenes-albertus.com

**GIFA Halle 12, C 50**



## Hohe Bauteilequalität bei reduzierten Produktionskosten durch neue Formtrennstoffe

Formtrennstoffe und andere Prozesshilfsmittel beeinflussen beim Druckgießen entscheidend Qualität und Weiterverarbeitung der gegossenen Bauteile. Auf der GIFA 2015 präsentiert Chem-Trend seine neuesten Produkte für den Druckgießprozess, die dazu beitragen, die Bauteilqualität zu steigern und die Produktionskosten zu senken. Schwerpunkte sind Themen wie die Minimalmengenschmierung von Gießkolben und -kammern, neue hochwirksame Korrosionsschutzmittel sowie neue Trennstoffformulierungen, welche den Befall wasserlöslicher Trennstoffe durch Mikroorganismen signifikant reduzieren.

Chem-Trends Microdosage-Systeme wurden speziell zur Minimalmengenschmierung von Gießkolben und -kammern entwickelt. Diese Kombination aus flüssigem Spezialschmierstoff und einem dafür entwickelten Dosiergerät zur Applikation von sehr geringen Schmierstoffmengen gewährleistet beste Schmiereigenschaften der Gießkolben-/kammersysteme und erhöht die Gefügequalität auf Grund verbesserter Formfüllung und reduzierter Schmierstoffeinschlüsse in den Gussbauteilen.

Eine weitere Neuheit ist das neue Chem-Trend CP-406, ein wirkungsvolles Korrosionsschutzmittel für Formwerkzeuge, die längere Zeit ge-

lagert werden müssen. Das Produkt bildet einen dünnen, dauerhaften Schutzfilm, der auch an den vertikalen Bereichen der Formwerkzeuge sehr gut haftet. Das neue Korrosionsschutzmittel ist sehr einfach in der Handhabung und kann mittels Pumpspray oder Handsprühpistole appliziert werden. Kunden im Werkzeugbau berichten von bis zu 20 Prozent Kosteneinsparungen bei der Bereitstellung der Gießwerkzeuge.

Weiterhin präsentiert Chem-Trend neue Lösungen (Formulierungen), die der Entstehung von Bakterien, Schimmel und Pilzen vorbeugen. Mikroorganismen sind oft in verdünnten wasserbasierten Trennstoffen zu beobachten und

haben einen negativen Einfluss auf die Wirksamkeit des Formtrennstoffes. Chem-Trend bietet ein breites Portfolio an Formtrennstoffen für unterschiedliche Prozessumge-

bungen an, die dazu beitragen, einem Befall vorzubeugen beziehungsweise diesen signifikant zu verlangsamen.

**Quelle:** BDG-Presseservice v. 1.4.2015

**Kontaktadresse:**

Chem-Trend (Deutschland) GmbH  
zH Fr.Carola Teichmann  
Tel.: +49 (0)8142 417-1146  
E-Mail: cteichmann@chemtrend.de  
www.chemtrend.com



## VÖG-Jahreshauptversammlung 2015

Im Rahmen der 59. Österreichischen Gießereitagung fand am Donnerstag, den 23. April 2015 um 17 Uhr 45 im Kupelwieser-Hörsaal der Montanuniversität in Leoben die Ordentliche Jahreshauptversammlung des VÖG statt.

Der Vorstandsvorsitzende KR Ing. Michael Zimmermann begrüßte die zahlreich erschienenen Mitglieder, insbesondere den Geschäftsführer des Fachverbandes der Gießerei-Industrie, Herrn Dipl.-Ing. Adolf Kerbl, den scheidenden Vorstandsvorsitzenden des Vereins für praktische Gießereiforschung – ÖGI DI Dr. Hansjörg Dichtl und seinen Funktionsnachfolger KR Ing. Peter Maiwald, die Geschäftsführer des ÖGI, Univ.Prof. Dr. Peter Schumacher und DI Gerhard Schindelbacher sowie als Vertreter der deutschen VÖG-Mitglieder Ehrenmitglied Prof. Dr. Reinhard Döpp.

Hierauf gab VÖG-Geschäftsführer BR DI Erich Nechtelberger seinen Bericht über die Vereinstätigkeit im Jahr 2014.

Die ehrenamtliche Tätigkeit widmete sich der Mitgliederwerbung, der Betreuung der Mitgliederdatei, der Einhebung und Verwaltung der Mitgliedsbeiträge und insbesondere der Gestaltung und Herausgabe der GIESSEREI RUNDSCHAU.

Der Mitgliederstand mit Ende 2014 betrug 268 persönliche Mitglieder, davon 59 Pensionisten (22%), 27 studierende Mitglieder und 7 Ehrenmitglieder sowie 64 Firmenmitglieder, zusammen also 332 Mitglieder (2013: 333).

Im Berichtsjahr 2014 war der Tod von 2 persönlichen Mitgliedern zu beklagen:

- Am 21. Januar 2014 verstarb im 81. Lebensjahr Frau Annemarie Katz. Einen Nachruf enthält Giesserei Rundschau 61(2014), Heft 1/2, S. 58/59.
- Am 14. Februar 2014 ist ebenfalls im 81. Lebensjahr Herr Horst Gsöllpointner verstorben. Einen Nachruf enthält Giesserei Rundschau 61(2014), Heft 3/4, S. 135.

*Der VÖG wird seinen verstorbenen Mitgliedern ein ehrendes Gedenken bewahren.*

Zur Pflege der Aufrechterhaltung internationaler Beziehungen erfolgten Teilnahmen an Veranstaltungen befreundeter ausländischer Organisationen.

**Die Anzahl aktiver Mitglieder stagniert und es ist dringend notwendig, Bemühungen zum Anwerben von Jungmitgliedern in den Betrieben zu ergreifen!**

In den 6 Doppelheften der Giesserei Rundschau Jg. 61(2014) wurden auf 384 Seiten 32 Fachartikel publiziert und informative redaktionelle Beiträge und Vereinsnachrichten vollständig in Farbdruck 4c gebracht.

Die seit Anfang 2012 in Betrieb genommene VÖG-Homepage ([www.voeg.at](http://www.voeg.at)) wird gut angenommen und vom Fachverbandsbüro aus betreut.

Eine CD-ROM mit dem elektronischen Archiv „GIESSEREI RUNDSCHAU – Jahrgänge 2001 bis 2011“ kann vom Verlag Strohmayer KG, 1100 Wien, Weitmosergasse 30, [giesserei@verlag-strohmayer.at](mailto:giesserei@verlag-strohmayer.at), zum Preis von € 35,00 für VÖG-Mitglieder bzw. € 82,00 für Nichtmitglieder (inkl. MwSt zuzgl. Versand) bezogen werden.

Wegen Verhinderung des Vereinskassiers, Herrn Hubert Kalt, gab der Geschäftsführer einen

Überblick über die Finanzlage zum 31.12.2014.

Die Einnahmen/Ausgabenrechnung ergab für das Berichtsjahr 2014 einen Gebarungsüberschuss von Euro 6.732,42, der der Rücklage zugeführt wird.

Die Kontrolle der Kassen- und Buchhaltungsbelege am 23. April 2015 durch die Rechnungsprüfer Ing. Bruno Bös und Ing. Gerhard Hohl hat die einwandfreie und richtige Führung sowie satzungsgemäße Verwendung der Vereinsmittel ergeben. Der Empfehlung zur Genehmigung des Rechnungsabschlusses sowie zur Annahme des Geschäftsberichtes wurde von der Hauptversammlung einstimmig entsprochen.

Infolge der positiven Finanzlage wurde keine Veränderung der seit 2005 geltenden Mitgliedsbeiträge ins Auge gefasst.

### Ehrung langjähriger Mitglieder

Der Vorstand hat in seiner Sitzung am 22.4.2015 beschlossen, die nachfolgend genannten Herren für ihre langjährige Vereinsmitgliedschaft zu ehren und ihnen für ihre besondere Vereinstreue zu danken. Die HV stimmte durch Akklamation zu.

### Für 25-jährige Mitgliedschaft die VÖG-Ehrennadel in Bronze erhielten die Herren:

- Mag. Gerhard Hammerschmied \*)
- Ing. Erich Obermayr \*)
- KR Ing. Peter Maiwald
- Dipl.-Ing. Aristofanes Woutselas \*)

### Für 40-jährige Mitgliedschaft die VÖG-Ehrennadel in Silber erhielt:

- Herr Alois Wagner \*)

Die mit \*) gekennzeichneten Herren waren an der persönlichen Anwesenheit verhindert und erhielten Urkunde und Ehrennadel am Postweg.

# Vereinsnachrichten



P. Maiwald (M) mit E. Nechtelberger (l) u. M. Zimmermann



H. Seidl (M) mit E. Nechtelberger (l) u. M. Zimmermann



R. Varmuza (M) mit E. Nechtelberger (l) u. M. Zimmermann



Für den verhinderten Ing. Erwin Siegmund übernahm Ing. Gernot Annau (M) Ehrennadel und Urkunde.

**Für 50-jährige Mitgliedschaft die VÖG-Ehrennadel in Gold erhielten die Herren:**

- Ing. Herbert Seidl
- Ing. Rudolf Varmuza
- Ing. Erwin Siegmund



Herrn Professor emerit. Dipl.-Ing. Dr. mont. **Milan Trbizan**, SI-1235 Radomlje, Presernova 1A, **zum 80. Geburtstag** am 6. Juli 2015.

In Ljubljana geboren, trat Milan Trbizan nach dem Studium der Metallurgie an der Universität seiner Heimatstadt in die Dienste der Tempergießerei Titan in Kamnik/SI ein. 1964 entschied er sich für die wissenschaftliche Laufbahn und trat als Assistent von Professor Dr. Ciril Pelhan an der Lehrkanzel für Giessereiwesen an der Universität Ljubljana ein. 1973 promovierte Trbizan bei Prof. Dr. K. Zepelzauer an der Montanuniversität Leoben zum Dr. mont. Bereits 1976 erlangte er die Dozentur, 10 Jahre später wurde er zum a.o. Professor für das Giessereiwesen an der Universität Ljubljana ernannt und ab 1992 zum Ordinarius und Vorstand dieser Lehrkanzel berufen.

In seiner fachlichen und wissenschaftlichen Tätigkeit konzentrier-

te sich Professor Trbizan insbesondere auf das Temperaturwechselverhalten von Grauguss (Dissertation), auf Forschung und Entwicklung im Bereich der Formstoffe (Einführung harzummüllter Sande, Regenerierung von Croning Sand, Bentonitsande, Wasserglassverfahren), auf die Reaktionen an der Grenzfläche zwischen Schmelze und Form u.v.a.m.

Über seine Arbeiten hielt er zahlreiche Vorträge im In- und Ausland und pflegte regen Erfahrungsaustausch mit Gießerkollegen weltweit. So vertrat er sein Land mit offiziellen Austauschvorträgen an den Gießerei-Welt-Kongressen in Kairo (1983), Melbourne (1985), Moskau (1988), Osaka (1990), Den Haag (1993) sowie an vielen nationalen Kongressen und Veranstaltungen, so in Deutschland, Österreich, Polen, Tschechien, Ungarn u.a.

Zunächst Geschäftsführer des Vereins Slowenischer Giessereifachleute wählten ihn die slowenischen Gießer 1991 zu ihrem Präsidenten, welche Funktion er bis Anfang 2005 innehatte. Die Chefredaktion der Gießereifachzeitschrift

**Neue Mitglieder Firmenmitglied**

**Firma LAC s.r.o.** (Herstellung und Vertrieb von Industrieöfen, Trocknungsanlagen, Feuerfestmaterialien, Feuerbeton-Formstücken), CZ-66461 Rajhrad, Stefanikova 116

**Personalia – Wir gratulieren zum Geburtstag:**

Herrn Ing. **Gerhard Rois**, A-4020 Linz, Uhlandgasse 4, **zum 65. Geburtstag** am 3. Juli 2015.

»Livarski Vestnik« war ihm von 1973 bis 2004 anvertraut.

Professor Milan Trbizan organisierte die schon von seinem Vorgänger, Prof. Dr. Ciril Pelhan, bekannten alljährlichen Gießereitage in Portoroz mit großem Erfolg, wobei es ihm immer gelang, auch breite internationale Beteiligung an Wissenschaftlern und Praktikern mit aktuellen Beiträgen aus den Nachbarländern sowie interessierte Teilnehmer an diesen attraktiven Tagungsort zu holen.

1992 folgte Prof. Trbizan der Einladung von VÖG-Vors. Prof. Dr. F. Sigut und VDG-Präs. DI E. Möllmann zur Gründung einer AG der Gießer aus Deutschland, Österreich und deren östlichen Nachbarländern – Hexagonale/MEGI (mitteleuropäische Gießereinitiative) – die sich mit Themen praktischer Aufbauhilfe für die Reformländer befasste. Zwei Sitzungen der MEGI wurden in Portoroz abgehalten und Prof. Trbizan war in den Jahren 1999/2000 auch Präsident dieser erfolgreichen Arbeitsgemeinschaft.

Prof. Trbizan ist Ehrenmitglied der Tschechischen Gießereifachleute und Träger des Goldenen Ehrenzeichens der Polnischen Gießereivereinigung. Im Jahre 2007 wurde ihm vom Verein Slowenischer Gießereifachleute für sein 40-jähriges Engagement für seinen Verein und für die Gießereizeitschrift Livarski Vestnik die Ehrenpräsidentenschaft verliehen.

Bei der CIATF (heute WFO) initiierte Trbizan 1996 die Gründung der internationalen Kommission 3.3 »Computer Simulation of Casting Processes«, die er seit ihrer Gründung im Jahre 1998 leitet. 2001 veröffentlichte diese Kommission das Buch »Computer Simulation of Casting Processes«.

Nach seiner Emeritierung im Jahre 2006 schenkte Prof. Trbizan der Abteilung für Metallurgie der Universität Ljubljana seine Sammlung von über 100 Kunstgussstücken, die er als Geschenke und Erinnerungen an Kongresse im Ausland während seiner 40-jährigen Tätigkeit erhalten oder bei slowenischen Kunstlern initiiert hatte.

2010 wurde Prof. emerit. Milan Trbizan für seinen Beitrag im pädagogischen und wissenschaftlichen Bereich von seiner Universität Ljubljana mit dem Titel »Verdienter Professor« geehrt.

Der Verein Österreichischer Gießereifachleute wünscht seinem Mitglied Prof. emerit. Dipl.-Ing. Dr. mont. Milan Trbizan noch viele Jahre erfolgreichen Wirkens bei bester Gesundheit.



Herrn Dipl.-Ing. **Wilhelm Kuhlitz**, D-31073 Delligsen, Pestalozziweg 44, **zum 80. Geburtstag** am 7. Juli 2015.

Geboren in Lüneburg, studierte Wilhelm Kuhlitz nach dem Abitur von 1955 bis 1960 an der RWTH-Aachen Gießereikunde bei Prof. Dr.-Ing. W. Patterson.

Schon im September 1960 trat er als Abteilungsleiter des anwendungstechnischen Labors in die Dienste der Albertuswerke GmbH Hannover, ein Unternehmen der Gießereichemie, ein. Seit der Fusion 1970 mit der Firma Gebr. Hüttenes zur Hüttenes-Albertus GmbH war Wilhelm Kuhlitz auch hier maßgeblich am Aufbau und an der Entwicklung des Unternehmens zur heutigen Größe und Bedeutung beteiligt. Seine frühe Berufung zum technischen Geschäftsführer und Leiter aller Produktionsbetriebe im In- und Ausland dokumentiert seine Anerkennung bis zu seinem Ausscheiden im Jahr 2000.

Dass Dipl.-Ing. Kuhlitz auch Gesellschafter-Geschäftsführer bei der Holdinggesellschaft Albertuswerke GmbH wurde, sei nur am Rande vermerkt.

Seine Liebe, ja Begeisterung für die Gießerei-Industrie erklärt auch, dass er seine Erfahrungen und Kraft den Gießereiverbänden und Fachausschüssen gewidmet hat. Hier sei ihm Hochachtung und besonderer Dank ausgesprochen.

Seit 1960 gehört er dem VDG an. Er war 16 Jahre Vorsitzender der Landesgruppe Niedersachsen, von 1989 bis 1993 Vizepräsident und anschließend bis 2002 Präsident des Vereins Deutscher Gießereifachleute.

In dieser Zeit haben sich die gutnachbarlichen Beziehungen zwi-

schen VDG und VÖG besonders intensiv entwickelt; die Gießereifachleute auf beiden Seiten miteingeschlossen. Dafür sei Wilhelm Kuhlitz an dieser Stelle herzlichst gedankt.

Für die Förderung der Facharbeit wurde er 1992 vom VDG mit der Bernhard-Osann-Medaille ausgezeichnet und 2002 zum Ehrenmitglied ernannt.

Sein unermüdlicher Einsatz für die Gießerei-Industrie fand weltweite Anerkennung, als er 1990 in Osaka zum Vorstandsmitglied der damaligen CIATF (heute WFO) gewählt wurde, deren Präsident er 1997 bis 1998 war und zu deren Past-Presidents er heute noch gehört.

Neben seinen vielfältigen gießereitechnischen Aktivitäten engagiert sich W. Kuhlitz seit 1970 im deutschen Industrieverband Gießerei-Chemie. Zunächst im Technischen Ausschuss; seit Mai 1982 als Vorsitzender dieses Verbandes.

In Vorbereitung auf die Gifa 1999 wurde er im November 1994 zum Präsidenten der Gießereifachmesse GIFA gewählt.

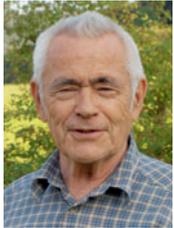
Im April 2005 wurde W. Kuhlitz auf der großen Gießereitechnischen Tagung in Innsbruck mit der Adolf-Ledebur-Denkmedaille, der höchsten Auszeichnung des Vereins Deutscher Gießereifachleute, geehrt.

Mit der Verleihung des Verdienstkreuzes am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland würdigte der Bundespräsident auf Vorschlag des Ministerpräsidenten des Landes Niedersachsen das große persönliche Engagement des Ausgezeichneten sowohl in der Kommunalpolitik wie auch in Wirtschaft und Technik, insbesondere auch zum Nutzen der deutschen Gießerei-Industrie. Seine Erfolge basierten auf der Fähigkeit, auf jeder Ebene Menschen für sich einzunehmen und zu motivieren.

Als Geschäftsführer der Albertuswerke GmbH hat er in den zurückliegenden Jahren besonders die Ideen-Expo in Hannover gesponsert. Die Ideen-Expo ist eine alle zwei Jahre stattfindende Mitmach- und Erlebnisveranstaltung auf dem Messegelände Hannover. Sie verfolgt das Ziel, durch Präsentationen von innovativen Exponaten und durch vielfältige Mitmach-

Aktionen Kinder und Jugendliche für Naturwissenschaften und Technik zu begeistern.

In Würdigung seines unermüdlchen Einsatzes für die Gießerei-Industrie – insbesondere durch Förderung der Gemeinschaftsarbeit – wurde Herrn Dipl.-Ing. Wilhelm Kuhlitz auf der Hauptversammlung des VÖG anlässlich der Österreichischen Gießerei-Tagung am 24. April 2014 in Bad Ischl die VÖG-Ehrenmitgliedschaft verliehen.



Herrn Dipl.-Chem. **Kurt Häberli**, FICME, A-6900 Bregenz, Scheffelstraße 7, **zum 85. Geburtstag** am 30. Juli 2015.

Geboren am 30. Juli 1930 in St. Gallen (CH), studierte Häberli Chemie in Winterthur und Zürich und graduierte 1953 zum Diplom-Chemiker.

Sein Berufseinstieg erfolgte als Metallurge für Stahlguss und Temperguss in der Versuchsanstalt der Georg Fischer AG in Schaffhausen.

Kurt Häberli wechselte jedoch bald als Jung-Ingenieur in den Betrieb. Seine 25-jährige Laufbahn beim Georg Fischer Konzern umfasst folgende wichtige Berufsabschnitte: Foundry Manager Georg Fischer Castings Ltd., Bedford, UK. Schwerpunkt Fittingsproduktion und Kundenguss / Oberingenieur Georg Fischer Leichtmetallgießerei in Schaffhausen / Technischer Geschäftsführer von Georg Fischer, Herzogenburg. Schlossfabrik, Eisen- & Leichtmetallgießerei. Ein wesentliches Projekt war die Verantwortung für Planung und Inbetriebnahme der neuen Leichtmetallgießerei.

Ein weiterer wichtiger Lebensabschnitt von DC Kurt Häberli war die Tätigkeit als Technischer Geschäftsführer für Gießerei und Maschinenfabrik im mittelständischen Familienbetrieb Reformwerke Wels.

DC Kurt Häberli ist langjähriges Mitglied der Gießereiverbände in Österreich, Deutschland und England. Im englischen Institute of Cast Metals Engineers trägt er den Titel eines Fellows (FICME).

Seit 1986 war DC Kurt Häberli selbständig als Unternehmer und Zeitmanager, Berater, geschäftsführender Gesellschafter, Verwaltungsrat und Aufsichtsrat tätig. Direkt nach der Öffnung Ungarns war er als gründender und geschäftsführender Gesellschafter bis 1996 für die erfolgreiche Spezialgießerei Euro-Metall Kft in Budapest verantwortlich.

Dank seiner vielseitigen Tätigkeiten in leitenden Positionen und seiner Erfahrung als Gießerei-Unternehmer stand DC Kurt Häberli immer für besondere oder schwierige Projekte mit Freude und Vitalität zur Verfügung.

Seit 1978 ist er Mitglied im Verein Österreichischer Gießereifachleute.

**Den Jubilaren ein herzliches Glückauf!**

**Kurz vor Redaktionsschluss erreichte uns die traurige Nachricht,** dass unser langjähriges Mitglied,

**Herr Wolfgang Barth,**

am 18. Mai 2015 seiner schweren Erkrankung erlegen ist.

Sein beruflicher Lebensweg wurde anlässlich seines 85. Geburtstages am 26. Januar 2015 in der GIESSEREI RUNDSCHAU (Heft 11/12-2014, S.380/381) gewürdigt. Seit Gründung des Vereins Österreichischer Gießereifachleute durch Ing. Hans Hertlein war das Familienunternehmen Barth förderndes Mitglied des VÖG.

Unsere aufrichtige Anteilnahme richtet sich an die Familie. Wir werden dem Verstorbenen immer ein ehrendes Gedenken bewahren.



**Georg Fischer Fittings GmbH**

A-3160 Traisen / Österreich

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

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

fittings.ps@georgfischer.com

www.fittings.at



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



# WERNER BAUER

## Die „Grauguss-Fibel“

von Dipl.-Ing. Werner Bauer, herausgegeben im Eigenverlag vom Österreichischen Gießerei-Institut (ÖGI), Leoben 2013, Format DIN A4, Spiralbindung, 102 Seiten mit 93 Abbn. u. 10 Tafeln.

Der Autor, langjähriger wissenschaftlicher Mitarbeiter am ÖGI, hat nach dem Ausscheiden in die Pension sein umfangreiches Erfahrungswissen in dieser Fibel zusammengefaßt und möchte damit den Anwendern von Grauguss einen Überblick über das komplexe Verhalten dieses wichtigen Konstruktionswerkstoffes geben und gleichzeitig auch die zum Verständnis dienlichen Grundlagen vermitteln.

Nach einem kurzen Überblick über die Werkstofffamilie der Gusseisen im 1. Kapitel behandelt das 2. Kapitel die Gusseisenmetallurgie: Das Erstarrungsverhalten, die angestrebte Grau- bzw. unerwünschte Weißerstarrung und die darauf wirkenden Einflussgrößen, insbesondere die Graphitkeimbildung und die Wirkungsweise und Durchführung der Impfung.

Das 3. Kapitel ist der Gefügekunde von Grauguss gewidmet, also der Entstehung, Ausbildung und Beurteilung des Lamellengraphits und des Matrixgefüges.

Das 4. Kapitel behandelt die mechanischen Eigenschaften von Grauguss: Das nicht lineare Verformungsverhalten von Grauguss, die Zusammenhänge zwischen den Fertigungsbedingungen, der resultierenden Gefügebildung und den mechanischen Eigenschaften, deren Wanddickenabhängigkeit und Erwartungswerte für das Gussstück.

Das 5. Kapitel wendet sich an eher werkstofftechnisch interessierte Leser. Hier werden die Auswirkungen der zuvor diskutierten Fertigungsparameter auf die Ausbildung der Spannungs-Dehnungs-Kurve diskutiert. Dieses Kapitel ist eine Zusammenfassung einer am ÖGI zu dieser Thematik durchgeführten Studie und behandelt die Auswirkungen der Lamellengraphitmenge, -größe und -ausbildung sowie des Matrixgefüges auf die Spannungs-Dehnungs-Kurve und die Zug-Druck-Wechselfestigkeit.

Der Autor hofft, mit dieser zusammenfassenden und kompakten Darstellung der komplexen Metallurgie und Werkstofftechnik eine gute Balance zwischen Vermittlung der Grundlagen für Anfänger sowie Informationswert für den Fachmann getroffen zu haben. Basis für die Erstellung des Buches sind in den zurückliegenden Jahren durgeführte Projektarbeiten am Österreichischen Gießerei-Institut unter Berücksichtigung des einschlägigen Schrifttums.



## GUSSEISEN MIT LAMELLENGRAPHIT

METALLURGIE, GEFÜGE - UND WERKSTOFFKUNDE  
VON GRAUGUSS FÜR ANWENDER

ÖSTERREICHISCHES GIESSEREI-INSTITUT

Das Buch kann zum Preis von € 88,00 inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten beim Österreichischen Gießerei-Institut Leoben bestellt werden. Bei Mehrfachbestellung ab 3 Exemplaren reduziert sich der Preis auf € 66,00/Stk.  
Bestellanschrift: Österreichisches Gießerei-Institut, Parkstraße 21, A-8700 Leoben, Fax: +43 (0)3842 431011, E-Mail: office@ogi.at.



sinto

New Harmony » New Solutions™

www.sinto.com

# DER PARTNER FÜR **GIESSEREIEN**



- **Einzelformmaschinen**
- **Automatische Formanlagen**
- **Kastenlose Formmaschinen**
- **Gießautomaten**
- **Software für Gießereien**
- **Service**



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

**hws**

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

