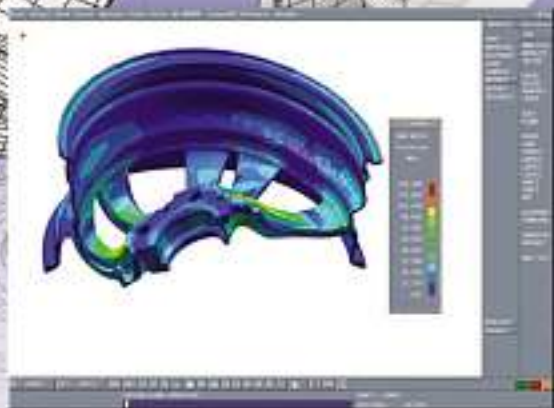
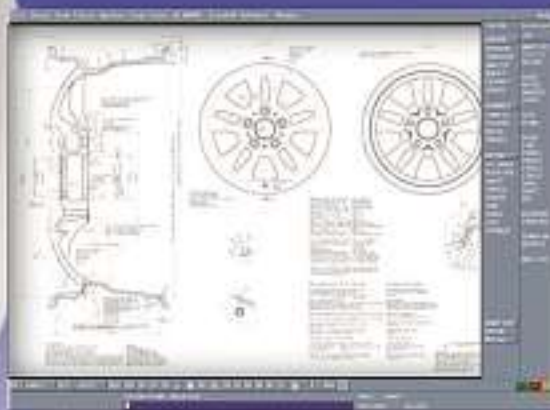


Giesserei Rundschau

AAG
AUSTRIA ALU-GUSS
Ein Unternehmen der Borbet-Gruppe

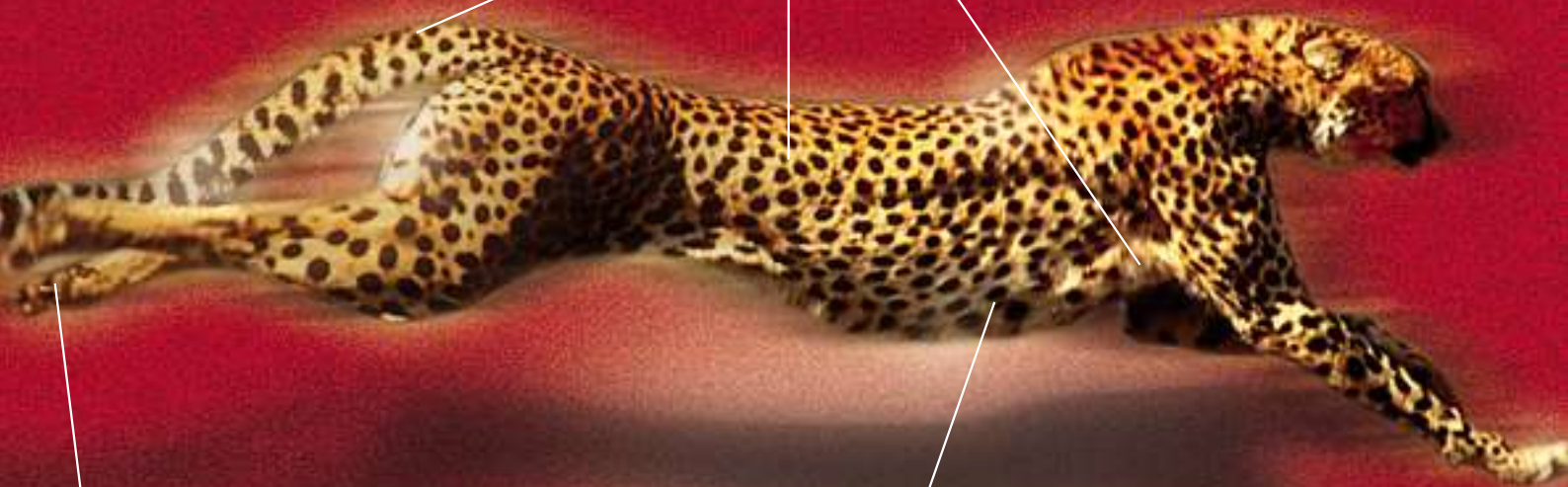
A-5282 Ranshofen
Tel.: +43/7722/87426-0
E-mail: aagbox@aluguss.com
www.aluguss.com



Geschwindigkeit – der Gepard ist mit 105 km/h das schnellste Säugetier der Welt. In der Gießerei ist eine schnelle und verlässliche Kernfestigkeit kosten- und zeitsparend.

Geringe Kernherstellkosten – durch reduzierten Bindemittelbedarf, gesteigerte Kernaussbringung, weniger Kernbruch und verbesserte Arbeitsbedingungen.

Reaktivität – Die POLITEC Produktreihe der Polyurethan – Amingas gehärteten Bindemittel zeichnet sich durch die sehr hohe Reaktivität aus, die zu hohen Sofortfestigkeiten und extrem kurzen Begasungszeiten führt, wodurch eine erhöhte Produktivität und verminderter Aminverbrauch erzielt werden kann.



Optimierte Viskosität – Die Viskosität der POLITEC Binder wurde hinsichtlich einfachster Vermischbarkeit und ausgezeichnetem Fließvermögen der Sandmischung entwickelt. Die mit POLITEC hergestellten Kerne zeigen eine exzellente Kernentnahme und deutlich weniger Harzaufbau im Kernwerkzeug, was zu erhöhter Produktivität durch geringeren Stillstand führt.

Umwelt – Durch die Reduktion der Aminzugabe werden Geruchsbelastungen am Arbeitsplatz und während der Kernlagerung deutlich reduziert. Ebenso führt der Verzicht auf aromatische Lösemittel zu einer erheblichen Verringerung der Emission von aromatischen Verbindungen während der Abgussphase.

Mehr über POLITEC Cold Box Bindemittel und andere innovative Lösungen, welche die Qualität Ihrer Gussstücke erhöhen und Ihre Herstellkosten senken, erfahren Sie unter **www.foseco.de** oder wählen Sie Tel. **+49 (0)2861 83-0**.



Wir freuen uns auf den Dialog mit Ihnen.

DEN GIESSEREIEN VERPFLICHTET

Schmelzebehandlung

Filtration

Speisertechnik

Schichten

Bindemittel

Feuerfestprodukte

Impressum

Medieninhaber und Verleger:
VERLAG LORENZ

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

Herausgeber:
Verein Österreichischer Gießerei-
fachleute, Wien, Fachverband der
Gießereiindustrie, Wien
Österreichisches Gießerei-Institut
des Vereins für praktische Gießerei-
forschung u. Institut für Gießereikunde
an der Montanuniversität, beide Leoben

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

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

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

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

Jahresabonnement:
Inland: € 53,60 Ausland: € 66,20
Das Abonnement ist jeweils einen
Monat vor Jahresende kündbar,
sonst gilt die Bestellung für das
folgende Jahr weiter.

Bankverbindung:
Bank Austria BLZ 12000
Konto-Nummer 601 504 400

Erscheinungsweise: 6x jährlich

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

Nachdruck nur mit Genehmigung
des Verlages gestattet. Unverlangt
eingesandte Manuskripte und Bilder
werden nicht zurückgeschickt.
Angaben und Mitteilungen, welche von
Firmen stammen, unterliegen nicht der
Verantwortlichkeit der Redaktion.



Giesserei Rundschau

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

INHALT

Unterschiedlichste Simulationsmethoden (wie z.B. FEM-Analyse) ermöglichen der **Austria Alu-Guss**, einem **Unternehmen der BORBET Group**, consequenten Leichtbau. Gewichtsvorgaben bzw. Reduktionen, wie sie bisher nur bei Schmiederädern möglich waren, können somit auch im AAG Multi-Niederdruck-Gießverfahren erreicht werden. Die gesamte BORBET Group ist mit einer Gesamtkapazität von ca. 13 Millionen Rädern/Jahr zu einem der bedeutendsten Alu-Räderproduzenten in Europa herangewachsen. Zu den Kunden der AAG gehören namhafte Automobilhersteller wie Audi, AMG, BMW, Daimler Chrysler, Rolls Royce, General Motors, Land Rover, Magna Steyr, Mini, Porsche, Skoda, Seat, Smart und Volkswagen.
Internet: **www.aluguss.com**



LEICHTBAU 222

– Oberflächenstrukturen –

Die Natur als Vorbild technischer Entwicklungen

– Leichtbau mit Eisenguss – Es kommt nicht nur auf die Dichte an

– Wirtschaftlicher Leichtbau – Gwindenfurchschrauben bei Al-Druckguss

– Schwingfestigkeit von Al-Druckgussbauteilen – Einfluss fertigungs- prozessbedingter Werkstoffinhomogenitäten

PUR-COLD-BOX-HARZE

242

– Anforderungen des Marktes und aktuelle Entwicklungen

RÜCKBLICK AUF TAGUNGEN

249

45. Slowenische Gießereitagung in Portoroz
42. Tagung der Tschechischen Gießer in Brunn

INTERNATIONALE ORGANISATIONEN

251

Mitteilung der CAEF – The European Foundry
Association

AKTUELLES

257

Aus den Betrieben
Firmennachrichten
Interessante Neuigkeiten

TAGUNGEN/ SEMINARE/MESSEN

265

Veranstaltungskalender

VÖG-VEREINS- NACHRICHTEN

266

Mitgliederbewegung
Personalia

LITERATUR

267

Bücher und Medien

Oberflächenstrukturen

Die Natur als Vorbild technischer Entwicklungen*)

Surface Structures – Nature as a Prototype for technical Design



Dr. sc. techn. Werner Menk: Studium und Promotion an der Eidgenössisch-Technischen Hochschule ETH in Zürich, Fachrichtung Werkstoffingenieur. Seit 1990 Abteilungsleiter 'Metallurgie', heute Leiter der Abteilung Werkstoffentwicklung des Zentrallabors der Unternehmensgruppe Fahrzeugtechnik des Georg Fischer Konzerns in Schaffhausen und externer Dozent für „Gusswerkstoffe und Formgebung durch Giessen“ an der Eidgenössisch-Technischen Hochschule ETH in Zürich.

Moderne Technik und Natur gelten allgemein als derart verschiedene, ja sogar unvereinbare Dinge, dass kaum jemand erwarten würde, Berührungspunkte oder sogar Ähnlichkeiten zwischen natürlichen und modernen technischen Formen finden zu können. Der folgende Beitrag möchte versuchen zu zeigen, dass dem in vielen Dingen nicht so ist. Moderne Konstruktionsprinzipien lehnen sich oft an in der Natur bewährte „Konstruktionen“ an und versuchen das technisch Mögliche aus der Natur zu übernehmen, hat letztere doch Millionen mal mehr Zeit zur Optimierung gehabt. Der Vergleich technischer mit natürlichen Konstruktionen zeigt aber auch die Grenzen heutiger Technik im Vergleich zur Natur auf und erzeugt in uns eine grosse Bewunderung vor den Errungenschaften der Natur.

Dass Oberflächen schon seit Urzeiten ein Thema für die Menschen sind zeigt uns **Bild 1**, eine Darstellung von Bewohnern des Kessler-Lochs, einer Fundstelle prähistorischer Menschen in der Nähe von Thayngen bei Schaffhausen. Schon diese Urzeit-Menschen wussten, dass sie sich dank einer ‚Oberfläche‘ – sprich Kleidung – aus Tierfellen vor der Kälte schützen konnten. Schon sie haben sich also aus der Natur Anregungen geholt und sich die Natur zum Vorbild genommen.

Als Ingenieur, der sich mit der Entwicklung von Fahrzeugbauteilen befasst, ist es für den Autor naheliegend, Vergleiche zwischen Konstruktionsprinzipien in der Technik, im vorliegenden Fall speziell natürlich im Bereich der Entwicklung von Gussteilen für Automobile, und der Natur anzustellen. Als erstes Beispiel soll hier ein „MPV-Schräglanker“, das ist ein Sicherheitsbauteil im Bereich der Radaufhängung eines Leicht-Transporters, aufgeführt werden (**Bild 2**). Sogenannte „Anbindungen“ sind in der Technik von grosser Bedeutung, da damit verschiedene Funktionen miteinander verbunden werden. Das **Bild 2** zeigt, wie eine Funktion des nach vorne ragenden Armes mit der Funktion des Hauptträgers verbunden wird. Um möglichst geringe Spannungen im Übergang vom Arm zum Träger zu erzeugen, wird dieser Übergang mit möglichst grossen Radien „weich“ ausgeführt.

Der Effekt dieser Massnahme ist deutlich daran zu erkennen, dass der Lenker bei der Bauteilprüfung nicht in diesem Übergang, sondern eben daneben zu Bruch gegangen ist, d.h. das Konstruktionsziel, diesen Übergang möglichst sicher zu gestalten, hat funktioniert. Als Vergleich aus der Natur dazu könnte die Struktur einer Vogelfeder betrachtet werden (**Bilder 3 bis 6**). Bei einer Vogelfeder sind ebenfalls Funktionen miteinander verbunden. An den tragenden Kiel sind Seitenholme angebunden, an diese die feinen Härchen, welche dazu führen, dass die Feder fast wie eine Segelfläche wirkt. Bei grosser Vergrösserung im Rasterelektronenmikroskop aufgenommen (bitte beachten Sie die μ -Striche auf den REM-Aufnahmen – $1 \mu = 0.001 \text{ mm}$) kann man erkennen, dass diese Härchen ebenfalls mit sehr „weichen“ Übergängen am Holm angebunden sind, jedoch nur auf der Unterseite. Nach oben sind sie frei und abgeknickt. Dadurch wird

eine Beweglichkeit des Härchens so erzeugt, dass beim Flügelschlag nach unten die Härchen am Holm anstehen, d.h. sich nicht nach oben bewegen können, während sie sich beim Flügelschlag nach oben nach unten bewegen und damit den Raum öffnen und die Luft durchströmen lassen können. Dadurch wird beim Flügelschlag nach unten ein Auftrieb, beim Schlag nach oben jedoch (praktisch) kein Abtrieb erzeugt. Man stellt also fest, dass die technische Lösung einer Anbindung durchaus der Natur abgeschaut, aber bei weitem nicht deren Genialität nachzuahmen imstande ist.

Ein weiteres Beispiel ist der vor allem im Automobilbau so eminent wichtige „Leichtbau“. Insbesondere die Giesstechnologie ist mit ihrer Möglichkeit, Hohlräume darzustellen, prädestiniert, Leichtbau zu realisieren. Ein Beispiel dazu ist der in **Bild 7** gezeigte PKW-Längslenker. Durch seine hohle Struktur, d.h. hochfeste Oberfläche und innen hohl, ist es möglich, mit sehr wenig Masse hochsteife und hochfeste Strukturen bei minimalem Gewicht zu erzeugen. Als Vergleich aus der Natur kann das uns allen wohlbekannte Schilfrohr herangezogen werden (**Bilder 8 bis 11**). Die extrem hohe Steifigkeit des Schilfrohrs bei minimalstem Gewicht wird erzeugt durch eine quasi hohle Struktur mit einer hochfesten Aussenhaut und einer inneren Wabenstruktur, wobei interessanterweise die Waben in Oberflächennähe sehr fein sind und nach innen zu immer grösser werden. Eine topmoderne Entwicklung versucht exakt dieses Konstruktionsprinzip der Natur nachzuahmen. In **Bild 12** sind Schnitte von Schaumaluminium-Strukturen dargestellt, mit welchen versucht wird, dank einer hochfesten, dichten Aluminium-Oberfläche und einem Kern aus geschäumtem Aluminium hochsteife Konstruktionsteile mit geringstem Gewicht zu entwickeln.

Als nächstes Beispiel einer Oberflächenstruktur ist in **Bild 13** ein Federkiel im Verankerungsbereich gezeigt, welcher zu diesem Zweck eine sehr „raue“ Oberflächenstruktur aufweist – im Gegensatz z.B. zur Oberfläche des Seitenholms, welcher lediglich tragende, aber keine Verankerungsfunktion aufweist – **Bild 14**.

In der Technik werden ähnlich raue Oberflächenstrukturen zur Verankerung eingesetzt, wie dies in **Bild 15** anhand von Dübeln illustriert ist.

Zurück zu den Anbindungen von Funktionen: Wir haben schon gesehen, wie perfekt die Natur die Anbindung eines Querholms an den Federkiel gelöst hat (**Bild 16**).

In der Technik spielen Übergangsradien ebenfalls eine sehr wichtige Rolle: In LKW-Radnaben gibt es immer einen Übergang vom Flansch zum eigentlichen Nabenkörper (**Bild 17**). Der Verschraubung mit dem Rad wegen ist dieser Übergang immer bearbeitet – zwangsläufig mit einem Übergangsradius. Je grösser dieser Radius ist, desto kleiner sind die Spannungen unter Betriebslast. Das in den **Bildern 18 und 19** gezeigte Beispiel demonstriert dies sehr eindrücklich. Unter definierten Prüfbedingungen hat die Nabe mit einem Übergangsradius von 1 mm 239.000 Lastwechsel, diejenige mit einem 2 mm-Radius jedoch 511.000, d.h. mehr als das Doppelte bis zum Bruch der Nabe ertragen.

Insbesondere bei Gussteilen spielen „Durchbrüche“ eine sehr grosse Rolle. Hohlräume werden beim Giessen durch Kerne gebildet, welche aber logischerweise irgendwie festgehalten bzw. positioniert werden müssen. Dazu müssen die Kerne über Durchbrüche durch die Aussenkontur des Gussstücks herausgeführt werden, damit sie im Formstoff, welcher die Aussenkontur des Gussteils abbildet, festgehalten werden können. Derartige Durchbrüche durch die Aussenkontur stellen logischerweise Schwachstellen dar. Sie werden daher mit Wülsten, wie sie in **Bild 20** sichtbar sind, verstärkt. Genau dasselbe tut die Natur ebenso, indem sie Durchbrüche durch den Chit-

*) Gekürzte Fassung des Vortrages von W. Menk am 5.11.1999 auf der 22. Technikgeschichtlichen Tagung der Eisenbibliothek in Schaffhausen/CH.

inpanzer, welche für sensorisch aktive „Antennen“ notwendig sind, mit Wülsten oder sogar Kegeln verstärkt (**Bilder 21 bis 24**).

Apropos „Sensorik“: Beim Betrachten von Wespenfühlern mit immer grösserem Abbildungsstabs (Bilder 25 bis 28) erhält man einen Eindruck davon, was die Natur an Sensorik zu leisten vermag – abertausende von Sensoren befinden sich auf diesen Fühlern und es erstaunt nicht mehr, dass Wespen zielsicher unser Marmeladenbrot finden. Selbstverständlich gibt es auch in der Technik Sensoren – selbst an Gussteilen, wie dies am Beispiel eines Schwenklagers mit angegossenem Auge für die Aufnahme des ABS-Sensors ersichtlich ist (**Bild 29**). Wie bescheiden aber wirkt dieses Beispiel im Vergleich mit den Sensoren eines Wespenfühlers!

Das Fazit aus unseren Betrachtungen: Die eingehendere Beschäftigung mit Oberflächenstrukturen in der Natur ist etwas Faszinierendes und auch für einen Ingenieur lehrreich. Vieles können wir der Natur abschauen und nachzuahmen versuchen. Diese Beschäftigung lehrt uns aber auch Ehrfurcht vor den immensen Errungenschaften der Natur und zeigt uns, wie „klein“ wir eigentlich sind und wie viel wir noch lernen können. Trösten mag uns dabei der Gedanke daran, dass die Insekten, mit denen wir uns hier überwiegend beschäftigt haben, eine Entwicklungszeit von über 300 Millionen Jahren hinter sich haben, während sich der Homo Sapiens erst seit weniger als 0,1 Millionen Jahren auf der Erde bewegt. Wir haben also noch viel Zeit, von der Natur zu lernen!



Bild 1: Rentierjäger im Kesslerloch/Thayngen, Schweiz. Szene im Diorama des Museums zu Allerheiligen in Schaffhausen



Bild 2: Fahrwerksteil (MPV-Schräglanker). Nach einer Schwingprüfung: Dank ‚weicher‘ Übergänge mit grossen Radien erfolgt der Bruch bei der Prüfung nicht in der Anbindung des Arms.



Bild 3: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer Vogelfeder (Oberseite)



Bild 4: Ausschnitt aus Bild 3 im Bereich der Seitenholme bei höherer Vergrößerung.



Bild 5: Ausschnitt aus Bild 4.



Bild 6: Ausschnitt aus Bild 5



Bild 7: Leichtbau von PKW-Fahrwerksteilen: Dank des Herstellverfahrens Gießen sind Hohlstrukturen darstellbar, welche bei geringem Gewicht hohe Steifigkeit ergeben.



Bild 8: Leichtbau in der Natur: Schilf.



Bild 9: Ausschnitt: Filigrane Stiele tragen hohe Gewichte.

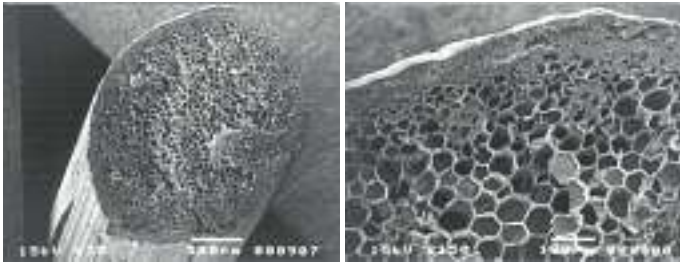


Bild 10: Querschnitt eines Schilfrohes im Rasterelektronenmikroskop. Die hohe Steifigkeit des Schilfhalmes wird durch eine Wabenstruktur erzeugt.

Bild 11: Ausschnitt aus Bild 11.

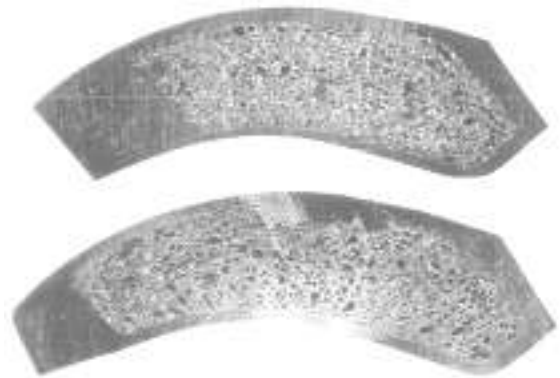


Bild 12: Übertragung der Schilfstruktur in die Technik: Schaumaluminium

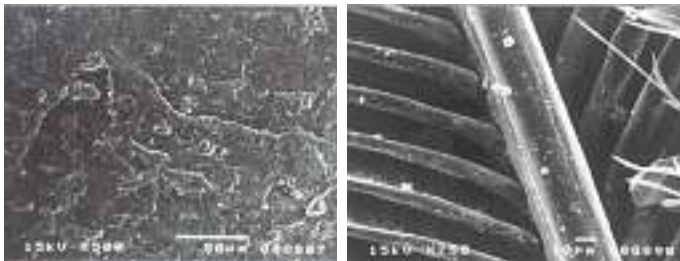


Bild 13: Zur Verankerung der Feder ist die Oberfläche des Kiels stark strukturiert – Vergleich zur sehr glatten Oberfläche des Seitenholmes (Bild 14).

Bild 14: Sehr glatte Oberfläche des Seitenholmes der Vogelfeder.



Bild 15: Technische Lösungen von Verankerungen: Dübel



Bild 16: Perfekte natürliche Lösung des Problems Übergänge am Beispiel des Seitenholmes der Vogelfeder.



Bild 17: Technische Lösung von Übergängen durch bearbeitete Radian am Beispiel einer LKW-Nabe nach einer Schwingprüfung: Bruchausgang in den Radian.

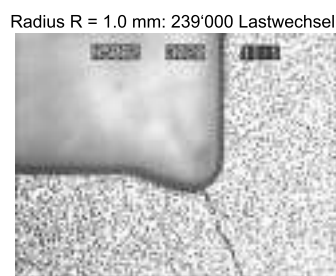


Bild 18: Querschliff durch Bruchausgangsbereich einer Radnabe. Bei einem 1mm-Radius trat der Bruch des Bauteils nach 239.000 Lastwechseln auf.

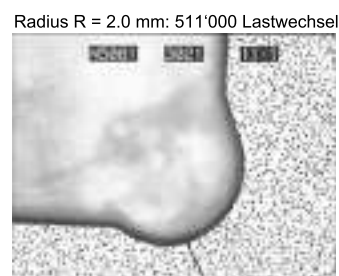


Bild 19: Dieselbe Radnabe ertrug mit einem 2 mm-Übergangsradius bearbeitet 511.000 Lastwechsel.



Bild 20 Um die Schwächung der Struktur durch notwendige Kerndurchbrüche zu kompensieren, wird an diesem Beispiel eines PKW-Schwenklagers der Durchbruch mit einem Wulst verstärkt.



Bild 21: So präsentiert sich eine Fliege im Rasterelektronenmikroskop.

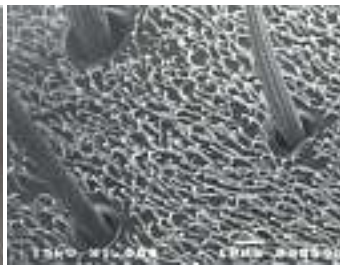


Bild 22: Ausschnitt aus dem in Bild 21 hellen Bereich des Kopfes hinter dem Auge: Die Oberfläche ist fein behaart, Durchbrüche von offenbar sensorischen Antennen durch den Chitinpanzer werden durch Wülste verstärkt.



Bild 23: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Spinnenkopfes.



Bild 24: Der Ausschnitt aus Bild 23 zeigt ein Detail eines Fühlers. Durchbrüche sind mit kräftigen Wülsten oder Kegeln verstärkt.



Bild 25: Kopf einer Wespe (die tote Wespe hatte vor der Präparation lange im Staub gelegen und ist deshalb stark verschmutzt).



Bild 26: Detailaufnahme des Endbereiches einer der charakteristischen Fühler der Wespe.



Bild 27: Ausschnitt aus Bild 26 bei etwas stärkerer Vergrößerung.

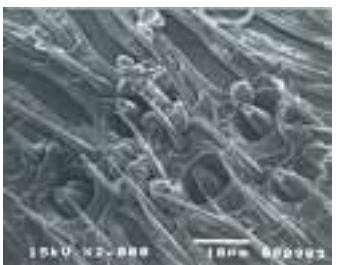


Bild 28: Bei starker Vergrößerung der Fühler-Oberfläche zeigt sich, dass diese mit Tausenden von Geruchssensoren bestückt ist.

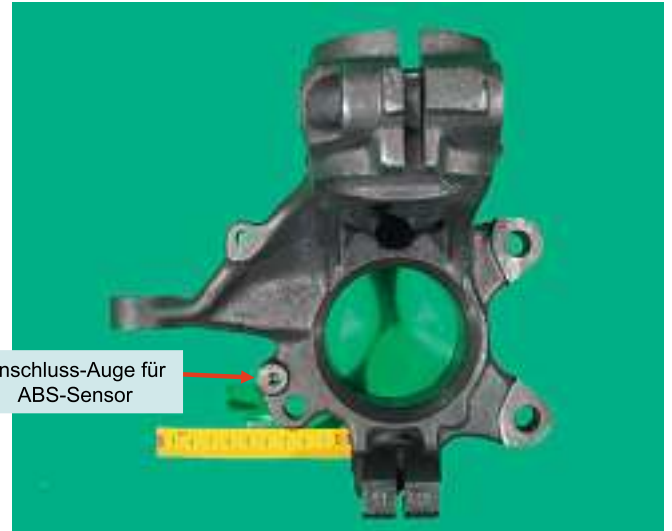


Bild 29: Schwenklager mit angegossenem Auge für die Aufnahme des ABS-Sensors

Bildquellen:

Bild 1: Museum zu Allerheiligen in Schaffhausen, Diorama.

Alle übrigen Bilder: Georg Fischer Fahrzeugtechnik AG, Schaffhausen.

Kontaktadresse:

Georg Fischer Fahrzeugtechnik AG, Abt. F & E, CH-8201 Schaffhausen, Mühlentalstraße 65, Tel.: +41 (0)52 631 2648, Fax: 2862

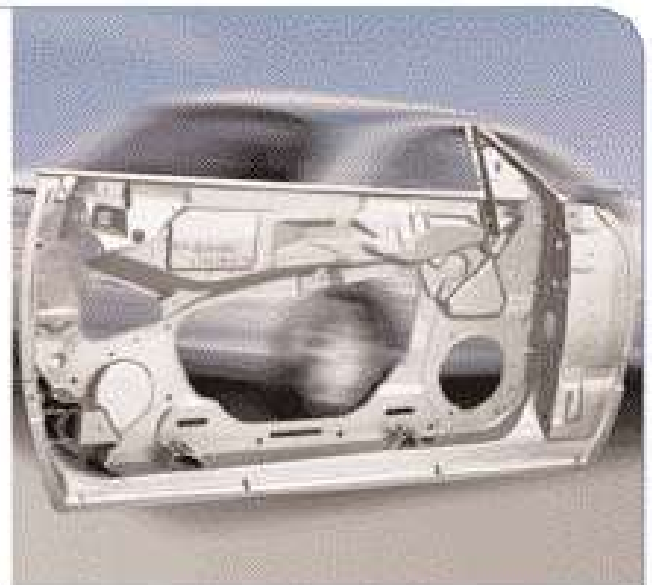
E-Mail: werner.menk@georgfischer.com, www.automotive.georgfischer.com

+GF+

**GEORG FISCHER
AUTOMOTIVE**

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

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



Leichtbau mit Eisenguss – Es kommt nicht nur auf die Dichte an

Cast Iron Light Weight Constructions – It is not just a Matter of Density



Dr.-Ing. Christine Bartels war nach dem Abschluss des Studiums der Metallurgie und Werkstofftechnik an der RWTH Aachen im Jahre 1996 zunächst als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Metallkunde und Metallphysik der RWTH Aachen angestellt. Seit 2001 ist sie bei der CLAAS GUSS GmbH im Bereich Produktentwicklung tätig.



Dipl.-Ing. Sebastian Demel war nach dem Studium der Gießereitechnik an der TU Bergakademie Freiberg zunächst von 1994 bis 1998 bei der Eisengießerei Britz GmbH im Bereich Technologische Vorbereitung beschäftigt. Seit 1999 ist er bei der CLAAS GUSS GmbH, ebenfalls im Bereich Produktentwicklung tätig.

Einleitung

Der Druck, immer leichtere Konstruktionen zu realisieren, steigt in vielen Bereichen des Maschinenbaus stetig weiter an. Als Vorreiter dieser Bewegung ist sicherlich die Automobilindustrie zu sehen, die bereits seit Jahren auf den Druck mit immer ausgefeilteren Leichtbaukonzepten reagiert. Aber auch andere, weniger auf der Hand liegende Industriezweige, bemühen sich zunehmend um Gewichtsreduzierungen. Im Textilmaschinenbau ist man beispielsweise bestrebt, bei Fadenführungstrommeln von Spulmaschinen (**Bild 1**) das Gewicht zu reduzieren, da diese bei Fadenabrissen gestoppt werden, der Faden automatisch mit Druckluft wieder angeblasen wird und die Maschine erneut startet. Bei den Fadenführungstrommeln handelt es sich also um beschleunigte Massen, die zum einen den Energiebedarf der Maschinen beeinflussen, zum anderen aber auch starken Einfluss auf die Reaktionszeiten der Maschine und damit auf die Unterbrechungszeiten der Fertigung bei Fadenabriss haben.



Bild 1: Fadenführungstrommeln für Spulmaschinen in der Textilindustrie

Und auch im Landmaschinenbau ist das Gewicht von Bauteilen inzwischen ein Thema. In diesem Umfeld bieten Gusseisenkomponenten vielfältige Möglichkeiten der Gewichtsreduzierung, die insbesondere vor dem Hintergrund moderner Konstruktionsmethoden hervorragend genutzt werden können.

Überführung von Schweißkonstruktionen in Gussbauteile

In vielen Bereichen des Maschinenbaus hat sich über einen längeren Zeitraum eine Abkehr von Gusskonstruktionen vollzogen. Hier

haben geschweißte Komponenten einen großen Markt erobert. Sie sind zumeist aus Standardprofilen und einfachen Brenn- und Biegeteilen aufgebaut. Zwar sind bei diesen Konstruktionen relativ einfach auch kurzfristig noch Änderungen einzubringen, allerdings kann im Allgemeinen keine optimale, belastungsgerechte Konstruktion realisiert werden. Scharfe Kanten und die hieraus resultierenden Spannungsspitzen können kaum vermieden werden. Eine dem optimalen Kraftfluss angepasste Konstruktion lässt sich dagegen durch ein Gussteil sehr gut realisieren. **Bild 2** zeigt am Beispiel einer Motorstütze für einen Mährescher sehr deutlich, wie hier durch den Einsatz von belastungsgerecht konstruierten Gussbauteilen das Gewicht der Komponente deutlich reduziert werden kann. Während die Schweißkonstruktion, bestehend aus 9 Einzelteilen, ein Gewicht von 25,7 kg hatte, betrug das des fertig bearbeiteten Gussteils nur noch 17,7 kg. So konnte neben einer deutlichen Reduzierung des logistischen Aufwandes für den Kunden und der Verkürzung der Durchlaufzeit in dessen Fertigung auch das Gewicht der Komponente um 30 % reduziert werden. Mit dieser Umstellung ging eine deutliche Reduzierung der Kosten einher.



Bild 2: Umkonstruktion einer Schweißkonstruktion aus 9 Einzelteilen zu einem Gussteil, Gewichtsreduzierung um 30 %

Bei solchen Umkonstruktionen kann die Gießerei mit ihrem Know-how dem Kunden erhebliche Unterstützung leisten. Diese geht mittlerweile hin bis zur Erstellung der last- und fertigungsgerechten Gussteilgeometrie auf der Basis der vom Kunden zur Verfügung gestellten Geometrie der Schweißkonstruktion sowie der Informationen zur Belastung. Mittlerweile wurden bei CLAAS GUSS zahlreiche Schweißkonstruktionen in Gusseisenkomponenten umgesetzt. Mit solchen Leistungen haben sich nunmehr auch mittelständische Gießereien als vollwertige Entwicklungsdienstleister profiliert.

Reverse Engineering

Der Einzug des CAD und der FEM-Berechnung hat in der Vergangenheit völlig neue Möglichkeiten geschaffen, Bauteile zu optimieren. Basis hierbei ist immer die dreidimensionale Beschreibung der Geometrie in Form eines Datensatzes. Nun gibt es gelegentlich komplexe Bauteile, die noch ohne Anwendung von CAX-Techniken entwickelt und über einen längeren Zeitraum in immer weiteren Iterationsschritten optimiert worden sind. Zu solchen Bauteilen gibt es bisweilen nicht einmal mehr eine gültige Zeichnung, in der alle, z.T. über Jahre durchgeführten Änderungen eingetragen worden sind. Heutzutage können auch zu solchen Geometrien anhand von fertigen Bauteilen CAD-Modelle erstellt werden. Hierzu werden die Bauteile beispielsweise taktil, optisch mittels Laserabtastung oder bei komplexeren Geometrien mittels Computertomographie erfasst. Aus den Messpunkten kann mit einer entsprechenden Software automatisch ein 3-D-Modell generiert werden, das dann die Basis für weitere Entwicklungsschritte bilden kann. Mit dem beschriebenen sogenannten *Reverse Engineering* sind mittlerweile die technischen Voraussetzungen geschaffen, auch für solche Teile Gewichtsoptimierung unter Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Computerunterstützung zu betreiben.

	Zugfestigkeit R_m	0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$	Bruchdehnung A_5	Härte HB
Werkstoff	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]	
EN-GJS-800-8	800	500	8	260 – 320
EN-GJS-1000-5	1000	700	5	300 – 360
EN-GJS-1200-2	1200	850	2	340 – 440
EN-GJS-1400-1	1400	1100	1	380 – 480

Tabelle 1: Mindestanforderungen an die mechanischen Eigenschaften von ADI nach EN-1564

Vorteile von Eisen-Sandguss

Im Gegensatz zu anderen Fertigungsverfahren bietet der Sandguss erhebliche Freiheiten, lastfallgerechte Konstruktionen in fertigungsgerechte Geometrien und damit in wirtschaftlich zu fertigende Bauteile umzusetzen. So stellen beispielsweise fließende Wandstärkenübergänge kein Problem dar, was bei Schweißkonstruktionen nicht ohne weiteres realisierbar ist. Darüber hinaus kann sehr effektiv mit Hohlräumen gearbeitet werden, was bei der Ausführung von Schmiedeteilen nicht möglich ist. Weitere Bestrebungen werden künftig sicherlich sein müssen, die realisierbaren Mindestwandstärken weiter zu reduzieren, um das Leichtbaupotenzial des Eisengusses voll ausschöpfen zu können.

Die Leichtbaukonzepte, insbesondere im Automobilbau, sind mittlerweile schon deutlich fortgeschritten. Sie reichen bis hin zur Übertragung der Wachstumsregeln aus der Natur auf den Konstruktionsprozess von Bauteilen. So kann das in der Natur beim Baumwachstum zu beobachtende Axiom konstanter Spannungen an der Oberfläche oder das adaptive Wachstum, das beim Knochenwachstum zu optimaler Materialausnutzung führt, heute in Computerprogrammen abgebildet und für den Konstruktionsprozess genutzt werden [1]. Im Rahmen der so genannten Strukturbionik werden so Bauteile entwickelt, bei denen tatsächlich nur noch im Bereich des Lastflusses Material vorliegt. In diesem Ansatz liegt erhebliches Leichtbaupotenzial, das sich gerade durch Sandguss hervorragend umsetzen lässt.

Leichtbaupotenzial hochfester, duktiler Gusseisenwerkstoffe

Bei der Umsetzung von gewichtsoptimierten Konstruktionen ziehen viele Konstrukteure Gusseisenkomponenten von vorne herein nicht in Betracht. Hier haben zumeist Werkstoffe mit einer geringen Dichte zunächst die Nase vorn. Die Meinung, dass man nur mit Werkstoffen geringer Dichte auch leichte Komponenten bauen kann, ist jedoch eine Fehlannahme. Für viele Konstruktionen ist vielmehr die auf die Dichte normierte Eigenschaft von entscheidender Bedeutung, so beispielsweise die spezifische Streckgrenze, die spezifische Festigkeit oder der spezifische E-Modul. In **Bild 3** sind beispielhaft die spe-

zifischen Festigkeiten einiger üblicher Konstruktionswerkstoffe miteinander verglichen. Bezieht man bei einer solchen Betrachtung der spezifischen Festigkeit die in Europa noch nicht so verbreitete Werkstoffgruppe der ausferritischen Gusseisenwerkstoffe oder – aus dem englischen übernommen **A**ustempered **D**uctile **I**ron – mit ein, so muss man feststellen, dass die vermeintlich leichten Aluminium- und Magnesiumwerkstoffe durchaus nicht zwangsweise die beste Lösung darstellen. Die spezifische Festigkeit und die spezifische Streckgrenze von ADI-Werkstoffen liegen nämlich höher als die der meisten Aluminium- und Magnesiumlegierungen.

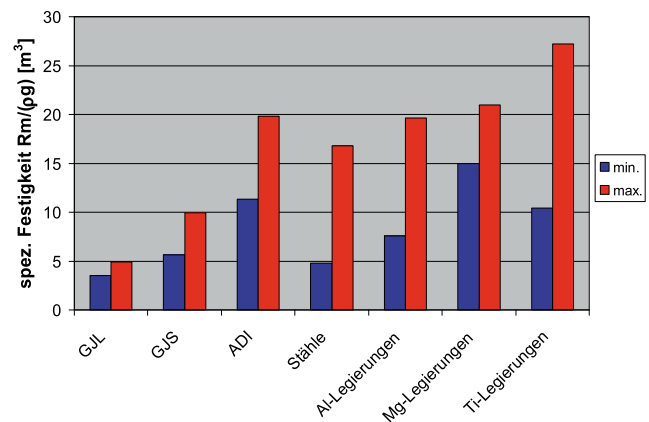


Bild 3: Spezifische Festigkeit verschiedener Konstruktionswerkstoffe im Vergleich

Das Eigenschaftsprofil der zähen ADI-Sorten EN-GJS-800-8 und EN-GJS-1000-5 (**Tabelle 1**) ähnelt dem vieler Guss- und sogar Schmiedestähle [2, 3]. Wegen des hohen Graphitanteils ist die Dichte jedoch etwa 10 % geringer als die von Stahl. Hinzu kommt die Tatsache, dass bei der Herstellung von ADI zunächst ein nur niedrig legierter Sphäroguss vergossen wird und damit sämtliche verfahrenstechnische Vorteile dieser Werkstoffgruppe ausgenutzt werden können. Hierzu gehören die im Vergleich zu Stahlguss niedrigere Schmelztemperatur, das gute Fließvermögen und nicht zuletzt die Selbstspeisung durch die Graphitexpansion während der Erstarrung. Diese Eigenschaften des Sphärogusses erlauben eine wirtschaftliche Fertigung von Komponenten auch aus ADI. Ganz umsonst ist die Leistungssteigerung gegenüber konventionellem Sphäroguss jedoch nicht. Im Vergleich hierzu kommen die Kosten einer notwendigen Wärmebehandlung und bei dickwandigeren Bauteilen ein Zuschlag für die erforderlichen geringen Gehalte an Legierungselementen hinzu.

Hohe Festigkeit, hohe Schwingfestigkeit, hoher Verschleißwiderstand und hohe Materialdämpfung bei wirtschaftlicher Fertigung haben auch die um Leichtbau bestrebt Automobilindustrie diese Werkstoffgruppe entdecken lassen. So ist beispielsweise das Stirnradgetriebe des 10-Zylinder-Dieselmotors von VW in eine Räderkassette, bestehend aus zwei ADI-Bauteilen, eingefasst (**Bild 4**).



Bild 4: Trägerplatten für den 10-Zylinder-Dieselmotor von VW

In jüngerer Zeit laufen Bestrebungen, die Vorteile der ADI-Werkstoffe auch für Fahrwerks-Komponenten zu nutzen. Wenn überhaupt, kommen in diesem Bereich bisher Gusseisenkomponenten aus EN-GJS-400-15 oder EN-GJS-400-18 (LT) zum Einsatz. Diese Werkstoffwahl trägt der Forderung Rechnung, dass sich eine sicherheitsrelevante Komponente vor dem Bruch so deutlich verformen soll, dass eine aufgetretene Missbrauchslast im Fahrverhalten des Fahrzeugs spürbar wird. Die zwar weniger festen, dafür aber sehr duktilen ferritischen Werkstoffe leisten das und ähneln hierin den in diesem Anwendungsbereich lange erprobten Schmiedestählen, die Bruchdehnungen von etwa 25 % aufweisen. Interessanterweise werden bei Aluminium-Komponenten erheblich geringere Bruchdehnungen von nur etwa 5 bis 7 % in Kauf genommen, um leichte Bauteile zu realisieren.

Der ADI-Werkstoff EN-GJS-800-8 hat nun eine etwa doppelt so hohe Festigkeit und Dauerfestigkeit wie die zur Zeit im Einsatz befindlichen ferritischen Sphärogussorten. Er bietet damit grundsätzlich erhebliches Leichtbaupotenzial. Jedoch wird für ihn nach EN-1564 "nur" eine Mindestbruchdehnung von 8 % gefordert. So herrscht bei vielen Konstrukteuren die Sorge vor, dass sich eine Komponente aus diesem Werkstoff bei Auftreten einer Missbrauchslast nicht ausreichend plastisch verformt, um auf diese Überbelastung aufmerksam zu machen, bevor die Komponente bricht.

Die Ergebnisse des erst kürzlich am Fraunhofer Institut für Betriebsfestigkeit (LBF) in Darmstadt unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. C. M. Sonsino abgeschlossenen AIF-Forschungsvorhabens „Verformungs- und Bruchverhalten von Komponenten aus Gusseisen mit Kugelgraphit unter dynamischer Überlast“, an dem neben anderen Projektpartnern auch CLAAS GUSS beteiligt war, zeigen jedoch deutlich, dass nicht allein die an Probegeometrien ermittelten Werkstoffeigenschaften über das Verformungsverhalten einer Komponente entscheiden.

Am Beispiel eines Panhardstabes eines LKW (**Bild 5**) wurde das Bauteilverhalten bei dynamischer Last mittels Impactversuche untersucht. Darüber hinaus wurde das Bauteilverhalten unter schwingender Belastung sowohl bei konstanter als auch bei variabler Amplitude untersucht. Zur Bestimmung der zulässigen Bauteilformdehngrenze wurden schwingende Belastungen auf vorverformte Proben aufgebracht. Alle Versuche wurden sowohl an Bauteilen aus EN-GJS-400-15 als auch an Bauteilen aus EN-GJS-800-8 durchgeführt. Die experimentellen Ergebnisse der Bauteilversuche belegen, dass die Verwendung des ADI-Werkstoffs EN-GJS-800-8 gegenüber EN-GJS-400-15 zu deutlich längeren Lebensdauern führt. Insbesondere unter variablen Lasten zeigte das ADI-Bauteil eine um einen Faktor 22 längere Lebensdauer, während unter konstanter Lastamplitude die Steigerung der Lebensdauer mit einem Faktor von 3,4 nicht ganz so drastisch ausfällt. Damit ist ADI für den Einsatz im Fahrwerksbe-

reich grundsätzlich hervorragend geeignet. Die kritische Grenze für eine lokale plastische Verformung des ADI, die die Schwingfestigkeit gerade noch nicht beeinträchtigt, ist vergleichbar zu der von Schmiedestählen.

Mit Hilfe der Finite Elemente Methode auf der Basis von experimentell ermittelten Werkstoffkennwerten konnte gezeigt werden, dass das Bauteil so in seiner Gestalt optimiert werden kann, dass es auch bei Verwendung des hochfesten, aber weniger duktilen ADI-Werkstoffs unter Impact-Belastungen noch eine ausreichende Verformung aufweist, um das Auftreten einer Missbrauchslast im Fahrverhalten des LKW erkennbar werden zu lassen. Neben den Vorteilen im Verhalten unter schlagartiger Belastung konnte durch die Optimierung auch eine Gewichtsersparnis von ca. 8 % realisiert werden.

Eine ausführliche Darstellung der im Rahmen des AIF-Forschungsvorhabens durchgeführten Versuche und ihrer Ergebnisse wird von Sonsino und Mitarbeitern Anfang nächsten Jahres in der Zeitschrift „Gießereiforschung“ veröffentlicht werden.

Wie bereits vorangehende, am LBF durchgeführte Projekte [5] so hat auch dieses Projekt gezeigt, dass nicht nur die an Probegeometrien ermittelten Werkstoffkennwerte über das Bauteilverhalten entscheiden, sondern auch der Bauteilgeometrie selbst entscheidende Bedeutung zukommt. Bei einer werkstoffgerechten Konstruktionsweise bietet die Gruppe der ADI-Werkstoffe mit ihren hervorragenden Eigenschaften sicherlich noch viel Potenzial, um Leichtbau mit Eisengusswerkstoffen zu realisieren.

Zusammenfassung

Unter Ausnutzung der heute zur Verfügung stehenden Konstruktionsmethoden von CAD über FEM bis hin zur Bionik bieten auch Gusseisenkomponenten noch enormes Potenzial für einen wirtschaftlichen Leichtbau. Hier liegen sowohl in der Substitution von Schweißkonstruktionen durch lastfallgerechte Gusskonstruktionen als auch in der Optimierung vorhandener Gusseisenkonstruktionen mit Methoden der Bionik noch vielfältige Möglichkeiten. Mit den ADI-Werkstoffen erobert zur Zeit eine Werkstoffgruppe den Markt, die wegen ihrer hohen spezifischen Festigkeit ideal für Leichtbau geeignet ist. Optimale Ergebnisse werden jedoch immer nur dann erreicht, wenn bei der Konstruktion den Besonderheiten des Werkstoffs Rechnung getragen wird.

Literatur

- [1] Mattheck, C.: Design in der Natur – Der Baum als Lehrmeister, Rombach Verlag, Freiburg, 1997
- [2] Ketscher, N.: Gusswerkstoffe erzielen Festigkeiten wie Schmiedestähle – Auch das komplexeste Teil lässt sich gießen, Industrieanzeiger, 27. 11. 2001
- [3] Röhrig, K.: „2. Europäische ADI-Entwicklungskonferenz – Eigenschaften, Bauteilentwicklung und Anwendungen“, konstruieren + gießen, 28, 2003, I, S. 2-14
- [5] Sonsino, C. M.: Werkstoffwahl für schlagartig und zyklisch belastete metallische Bauteile, Mat.-Wiss u.Werkstofftech. 32, 2001, 221-230

Kontaktadresse:

Claas Guss GmbH, Abtlg. Produktentwicklung
D-33330 Gütersloh, Brockhäger Straße 217
Tel.: +49 (0)5241 938 234
Fax: +49 (0)5241 938 241
E-Mail c.bartels@claasguss.de
www.claasguss.de



Bild 5: Gegossener Panhardstab für einen LKW, hergestellt aus EN-GJS-800-8 und aus EN-GJS-400-15 zur Untersuchung im Rahmen eines Forschungsprojektes

Wirtschaftlicher Leichtbau: Gewindefurchschrauben bei druckgegossenen Al-Gehäusen

Economical Light Weight Design: Application of Thread forming Bolts at Diecasting Aluminium Gear Boxes



Dipl.-Ing. Dr. István Gódor, ist Absolvent der Fakultät für Maschinenbau der Universität Miskolc in Ungarn. Er promovierte 1988 auf dem Gebiet der Tribologie von Zahnradgetrieben. Seit 1991 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Allg. Maschinenbau an der Montanuniversität Leoben. Sein Forschungsgebiet sind Tribologie und Betriebsfestigkeit von Maschinenelementen.

Dipl.-Ing. Dr. mont. Heinz Leitner, Absolvent der Studienrichtung Montanmaschinenwesen an der Montanuniversität Leoben. 1998-2001 Universitätsassistent am Institut für Allg. Maschinenbau der Montanuniversität Leoben. 2001-2005 Wissenschaftlicher Mitarbeiter im CD-Labor für Betriebsfestigkeit mit Forschungsschwerpunkt Ermüdung von Leichtmetallgussbauteilen. Seit 2005 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Allg. Maschinenbau der Montanuniversität Leoben im Bereich Oberflächenverfestigung, Fügetechnik und Bauteilprüfung.



Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Wilfried Eichlseder, nach Maschinenbaustudium an der TU Graz 1981 Eintritt in die Forschungsabteilung der Steyr-Daimler-Puch AG in Steyr/OÖ. 1990 Abteilungsleiter „Technische Berechnung“, 1993 „Festigkeits“ und 1995 Spartenleitung „Engineering“ und Technologiezentrum Steyr. Seit 1999 Vorstand am Lehrstuhl für Allgemeinen Maschinenbau an der Montanuniversität Leoben.

Dipl.-Ing. Dr. techn. Heinz Klampfl, Absolvent der Studienrichtung Maschinenbau an der TU Graz. Ab 1986 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fördertechnik der TU Graz mit dem Forschungsschwerpunkt „Leichtbau bei Regalbediengeräten“. Seit 1990 bei der MAGNA Powertrain (vormals Steyr-Daimler-Puch) Leiter der Abteilung Technologie Engineering. In dieser Funktion zuständig für Verifikation, Grundsatz- und Applikationsentwicklung sowie Umsetzung innovativer Fertigungstechnologien auf dem Gebiet Allrad- und Antriebsstrangkomponenten.



Dipl.-Ing. Christian Hinteregger, Nach Besuch einer Höheren Technischen Lehranstalt für Maschinenbau und Absolvierung des Maschinenbau-/Wirtschaftsstudiums Fachrichtung Produktionstechnik an der TU Graz, Eintritt 2000 in die heutige MAGNA Powertrain. Leitung und Durchführung von Technologieprojekten auf dem Gebiet der Leichtmetallverschraubung, Kegelradsatzfertigung und Zerspanssoptimierung.

I. Leichtmetallanwendung: Vorteile und Probleme

Das grundsätzliche Ziel des Leichtbaus, das Eigengewicht einer Konstruktion zu minimieren, wird in der Praxis durch zwei Prinzipien verwirklicht:

- Der Formleichtbau versucht durch eine spezielle Formgebung die tragfähigste Struktur und dadurch die geringste Stoffmenge zu erreichen.
- Der Stoffleichtbau versucht spezifisch schwere Werkstoffe durch leichtere und relativ feste Werkstoffe, wie z.B. Al- und Mg-Legierungen, zu ersetzen.

Der Leichtbau benötigt eine angepasste Verbindungstechnik. Innovation durch Einsatz von neuartigen Gewindeprofilen und neuen Werkstoffen kann einen wesentlichen Beitrag zum Leichtbau leisten. So werden beispielsweise (druck)gegossene Getriebegehäuse serienmäßig aus Al- oder Mg-Legierungen, Schrauben neben Stahl aus hochfesten Al-Legierungen hergestellt. Die Anwendung der obengenannten Leichtmetalle verlangt vom Konstrukteur zusätzliche Kenntnisse über folgende Problemkreise:

- Leichtmetalle besitzen keine ausgeprägte Dauerfestigkeit,
- die Festigkeitseigenschaften sind temperatur- und alterungsabhängig,
- unter ständiger Belastung kriechen bzw. relaxieren diese Werkstoffe,
- bei Kombination mit anderen leitfähigen Werkstoffen in Anwesenheit von Elektrolyt treten oft Korrosionen unterschiedlicher Art auf.

Diese Eigenschaften machen die Auslegung von vorgespannten Schraubverbindungen besonders in der Fahrzeugtechnik schwierig, weil hier die Schraubverbindungen gleichzeitig zyklische mechanische und thermische Belastungen, eventuell unter aggressiven Umweltbedingungen, ohne unerlaubten Vorspannkraftverlust ertragen müssen [1, 2].

Getriebegehäuse werden im Betrieb häufig mit Temperaturen von 120°C betrieben. Erhöhte Betriebstemperaturen üben eine Reihe von Einflüssen auf die Schraubenverbindungen besonders dann aus, wenn die thermophysikalischen und mechanischen Eigenschaften der Komponenten unterschiedlich sind. In **Abb. 1** ist die Wirkung der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten ($\alpha_p > \alpha_s$) bzw. die Temperaturabhängigkeit der Elastizitätsmoduli ($E_{120^\circ\text{C}} < E_{24^\circ\text{C}}$) getrennt qualitativ dargestellt.

Die mit steigender Temperatur kleiner werdenden E-Moduli vermindern in jedem Fall die Vorspannkraft (**Abb. 1a**). Die unterschiedlichen Wärmeausdehnungen der Komponenten der Schraubenverbindung können sowohl eine Minderung als auch eine Erhöhung der Vorspannkraft bewirken. In **Abb. 1b** ist ein praxisüblicher Fall dargestellt, wobei die Wärmeausdehnung der verspannten Teile Δf_{ST} größer als die Wärmeausdehnung der Schraube Δf_{PT} ist, welche die Verschiebung des Vorspannpunktes und damit eine Erhöhung der Vorspannkraft F_{VT} bewirken. Die im vorliegenden Fall untersuchte Werkstoffkombination (Al-Gehäuse/Stahl-Schraube) resultiert in allen Fällen in einer Erhöhung der Vorspannkraft, die durch die folgenden Formeln näherungsweise bestimmt werden kann [3]:

$$F_{VT} \approx F_V + \frac{l_k \cdot (\alpha_s \cdot \Delta T_s - \alpha_p \cdot \Delta T_p)}{\delta_s \frac{E_s}{E_{sT}} + \delta_p \frac{E_p}{E_{pT}}}$$

Leichtmetalle kriechen bei erhöhter Temperatur und unter ständiger Belastung, weshalb ein Teil der beim Anziehen erreichten Vorspannkraft verloren geht. Der Kriechanteil ist durch eine Reihe von Potenzansätzen theoretisch beschreibbar. Der bekannteste Ansatz wurde von F.H. Norton (1921) für Stahlwerkstoffe gefunden:

$\dot{\epsilon}_{Kr} = k \cdot \sigma^n$, der in späteren Anwendungen für verschiedenste Werkstoffe, u.a. Aluminiumlegierungen, bestätigt wurde [4]. Für die Temperaturabhängigkeit wird der Zusammenhang häufig durch eine Arrhenius-Funktion erweitert. Die Aktivierungsenergie des Kriechens Q_c ist für viele Reinelemente gleich der Aktivierungsenergie für die Selbstdiffusion:

$$\dot{\epsilon}_{Kr,T} = k \cdot \sigma^n \cdot e^{\frac{Q_c}{RT}}$$

Die Eigenschaften von Al-Knet- und -Gusslegierungen [4, 5] bzw. von Verschraubungen gegossener Al- und Mg-Getriebegehäuse mit Stahl- bzw. Aluminiumschrauben [6] wurden intensiv erforscht.

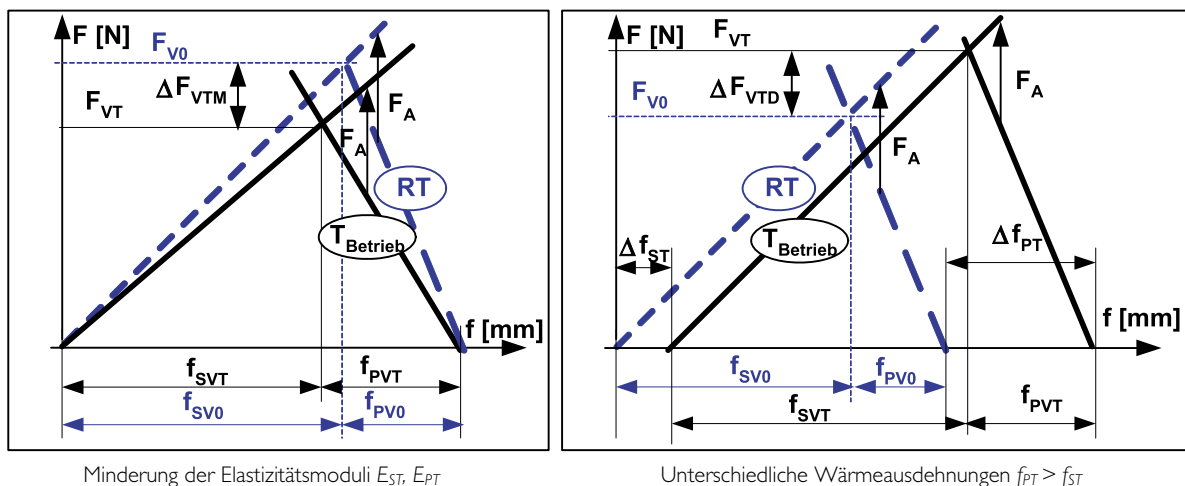


Abbildung 1: Wirkung der Betriebstemperatur auf das Verspannungsdiagramm

Durch zahlreiche Untersuchungen wurde festgestellt, dass diese Verschraubungsvarianten sowohl mit geschnittenen metrischen Gewinden als auch mit Gewindefurchschrauben in einem beachtlichen mechanischen und thermischen Belastungsbereich eingesetzt werden können, wenn die Auslegung und Ausführung der Verschraubungen entsprechend den artspezifischen Anforderungen erfolgt.

2. Erreichbare Vorspannkraft und erforderliche Lösemomente bei der Montage

Der Vorteil einer gewindefurchenden Schraubenverbindung liegt vor allem im Entfall der Investitionskosten der für das Bohren und Gewinden benötigten Bearbeitungsmaschinen, sowie der dafür notwendigen Bearbeitungszeit (Herstellungskostenreduktion). Das Fertiggießen speziell ausgelegter Kernlöcher, in welche die Gewindefurchschrauben direkt verschraubt werden, stellt dabei eine besondere Herausforderung dar. Neben den wirtschaftlichen Aspekten ist die bei der Verschraubung von gewindefurchenden Schrauben auftretende Kaltumformung des Muttergewindes ein wesentlicher technischer Vorteil, **Abb. 2**.



a)

Abbildung 2: a) Profil einer Gewindefurchschraube (GF) mit kaltumgeformtem Muttergewinde, b) geschnittenes Gewinde



b)

Im Folgenden werden Untersuchungen metrischer Stahlschrauben der Dimension M8 zu gewindefurchenden Stahlschrauben derselben Dimension vorgestellt.

Ziel jeder Auslegung muss es dabei sein, eine konstruktiv geforderte Mindestvorspannkraft über die Lebensdauer des Bauteiles, bei größtmöglicher Fertigungstoleranzausnutzung, prozesssicher zu gewährleisten. Um dies zu erreichen, bedarf eine Leichtmetallschraubenverbindung einer exakten Abstimmung der Parameter Kernlochgeometrie, Muttermaterial, Schraubenoberflächenzustand und Montagesystem (Schrauber, Schraubparameter).

Durch Kaltumformung des Muttergewindes erreicht man beim Gewindefurchen eine um ca. 100% größere Überdeckung. Während bei metrischen Schrauben durch Fertigungstoleranzen sowohl des bearbeiteten Muttergewindes als auch Schraubengewindes bei einer normalen Einschraubtiefe von $2 \times d$ hauptsächlich die ersten Gewindegänge tragen, verteilt sich bei Gewindefurchschrauben die Last gleichmäßiger. Abhängig von der gewählten Kernlochdurchmessertoleranz kann das Muttermaterial theoretisch bis an den Gewindegrund umgeformt werden. Die Gewindespitzen sind hingegen immer in vollem Muttermaterialkontakt.

Wesentlich für die Vergleichmäßigung und Minimierung der Umformarbeit sind das Beschichtungssystem (Korrosionsschutzschicht und Gleitmittelschicht) sowie das Montagekonzept.

Abb. 3 zeigt den Einfluss der Montagedrehzahl auf das Verschraubungssystem. Die Oberflächenbeschichtung der Schraube erzeugt in Kombination mit dem verwendeten Muttermaterial und den gewählten Kernlochdurchmessern unterschiedliche Reibungsverhältnisse. Buchstaben a, b, c und d sowie die Zahl 1 stehen für unterschiedliche Kernlochdurchmesser. Bei typischen Montagedrehzahlen von 250 – 350 U/min erreicht man dabei durchaus ähnliche Werte wie bei metrischen Schrauben.

Je enger das Kernloch wird, desto mehr Arbeit muss in den Umformprozess investiert werden. Dementsprechend geringer wird die generierbare Vorspannkraft, siehe Durchmesser d. Interessant erscheint die Tatsache, dass jedes Beschichtungssystem einen optimalen Montagebereich besitzt. Dieser hängt jedoch, wie schon gesagt, vom Gesamtsystem (Muttermaterial, Kernlochgeometrie, Korrosionsschutz, Gleitmittel) ab und muss für veränderte Designs wieder neu abgestimmt werden.

Das Löse- oder Losbrechmoment sollte theoretisch durch den Umformprozess und die höhere Überdeckung der Gewindefurchschraube größer sein. **Abb. 3** zeigt jedoch, dass dies nicht der Fall ist. Die metrische Schraube besitzt für den Fall der Handverschraubung einen abweichenden Wert, was auf Fress-Erscheinungen in der Verbindung schließen lässt. Bei typischen Montagedrehzahlen kann dies nicht beobachtet werden, hier sind beide Schrauben als gleichwertig anzusehen.

Abschließend kann man noch einmal sagen, dass die durch Gewindefurchen erreichbaren Vorspannkraft und Lösemomente wesentlich

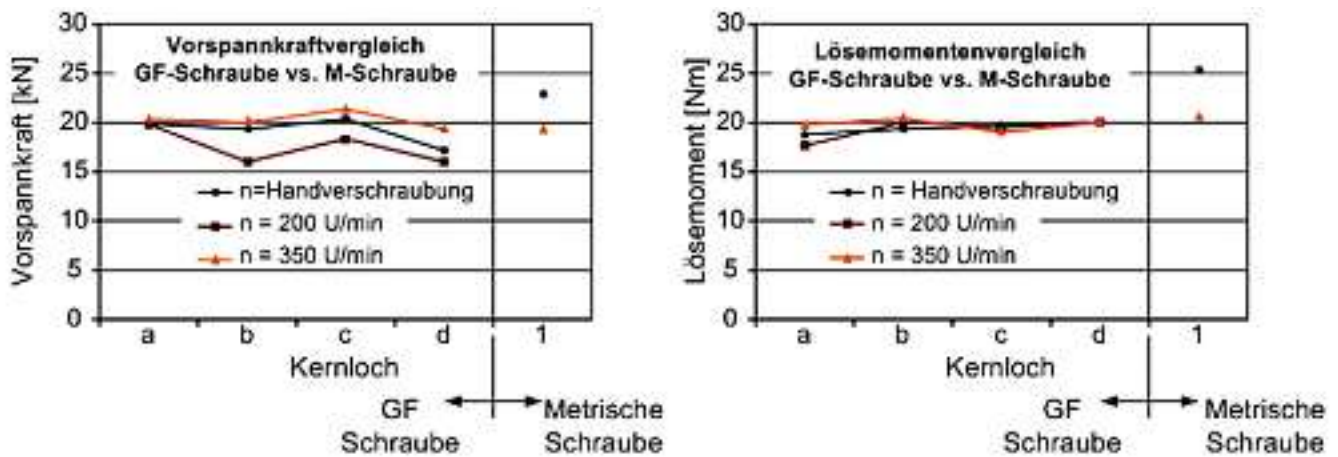


Abbildung 3: Vergleich der erreichbaren Vorspannkraft und Löse momente bei unterschiedlicher Kernloch-Designauslegung und Verwendung unterschiedlicher Montagedrehzahlen

vom Gesamtsystem abhängen und für jedes Neudesign erprobt werden sollten. Eine optimale Auslegung sollte eine möglichst geringe Schwankung der Vorspannkraft und Löse momente innerhalb eines großen Kernlochdurchmesserbereiches aufweisen, wie dies in obigen Diagrammen (**Abb. 3**) realisiert wurde.

3. Messprinzip zur Untersuchung des Vorspannkraftverlustes infolge thermomechanischer Einflüsse

Die Messung der aktuellen Vorspannkraft F_V unter dynamischer Betriebsbelastung F_A bei einer normalen Flanschverschraubung ist nur dann direkt möglich, wenn die Schraube mit DMS bestückt oder mit Induktiv- oder Ultraschall-Signalgeber präpariert wird [7]. Bei AMB wurde ein Messverfahren entwickelt, bei dem in die Schraubenverbindung zusätzlich eine Kraftmessdose eingebaut wird. Wird die Kraftmessdose zwischen Deckel und Schraubenkopf eingesetzt, misst man den Anteil der Betriebskraft F_{SA} , der zusätzlich die Schraube belastet. Die momentane Vorspannkraft kann bei dieser Anordnung durch die untere Hüllkurve der dynamischen Betriebskraft erfasst werden (**Abb. 4a**). Diese Messanordnung liefert wirklichkeitstreuere Informationen über die Belastungsverhältnisse der Schraubenverbindungen eines kompletten Getriebegehäuses, weil Gehäuse und Deckel in diesem Fall einen gemeinsamen Körper bilden. Ein Nachteil dieser Anordnung ist, dass die gemessene Kraftkomponente F_{SA} klein ist, wodurch die Messunsicherheiten größer werden.

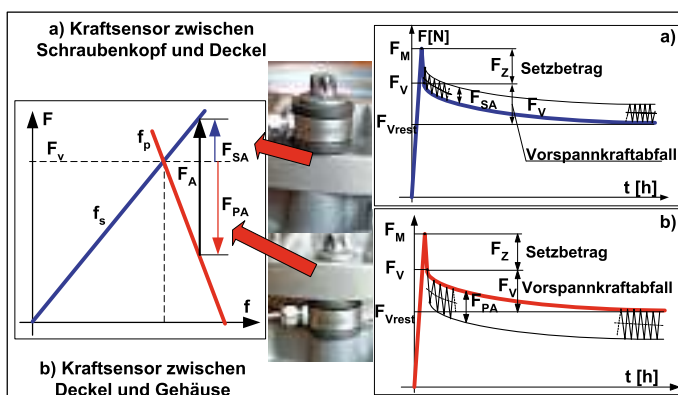


Abbildung 4: Anordnung der Kraftmessdosen zur messtechnischen Erfassung der dynamischen Vorspannkraft

Bei der Anordnung der Kraftmessdose zwischen Getriebegehäuse und Deckel wird jener Anteil der Betriebskraft F_{PA} gemessen, der die verspannten Teile entlastet. Die momentane Vorspannkraft kann bei dieser Anordnung durch die obere Hüllkurve der dynamischen Betriebskraft erfasst werden (**Abb. 4b**). Diese Messanordnung erlaubt

die sehr genaue Messung der Belastung einer einzelnen Schraubenverbindung, da die Kraftkomponente F_{PA} einen gut messbaren, überwiegenden Anteil von F_A bildet. Aus den oben geschriebenen Anordnungen wurde aus messtechnischen Gründen Fall b) gewählt.

Werden gleichzeitig mehrere Schraubenstellen am selben Deckel gemessen, können die tatsächlich wirkenden Betriebskräfte der einzelnen Schraubenverbindungen F_A aus den gemessenen Komponenten F_{PA} rechnerisch bestimmt werden. Dazu ist das tatsächliche Verspannungsschaubild $F = f(\delta_s, \delta_p)$ für den Betriebszustand erforderlich. Werden in einer Schraubenverbindung die verspannten Teile mit weiteren Elementen (z.B. Kraftmessdose, Unterlegscheiben usw.) erweitert, verändern sich damit auch die elastischen Nachgiebigkeiten δ_s und δ_p . Mit dem Einbau von Kraftmessdosen werden Änderungen hervorgerufen, deren Größen rechnerisch abgeschätzt werden können. Die Berechnung der elastischen Nachgiebigkeiten δ_s , δ_p bzw. der Kraftverhältnisse Φ_K , Φ_n wird nach VDI 2230-2001 [3] für die Originalverschraubung und für die Messverschraubung mit Kraftmessdose durchgeführt. Die für die Berechnungen erforderlichen thermo-mechanischen Werkstoffkennwerte finden sich in **Tabelle I**.

Legierung	R_m [N/mm ²]	$R_{p0.2}$ [N/mm ²]	E [N/mm ²]	A ₅ [%]	α_T (bis 120°C) [μm/mK]
Stahl 8.8	800	640	2,1·10 ⁵	12-14	10,5
GD-AlSi8Cu	286	203	7,2·10 ⁴	2,1	21,8

Tabelle I: Werkstoffkennwerte der Komponenten der Schraubenverbindungen

Die Nachgiebigkeit der Schraube δ_s aus Al oder Stahl einer Originalverschraubung setzt sich aus drei Einzelementen, der Nachgiebigkeit des Schraubenkopfes δ_i , des freien Gewindeteiles δ_{Gew} und des eingeschraubten Gewindeteiles δ_{GM} (δ_G Anteil des Schraubengewindes und δ_M des Muttergewindes) zusammen:

$$\delta_s = \delta_{sK} + \delta_{Gew} + \delta_{GM}$$

Die Nachgiebigkeit des verspannten Teils (Deckelflansch) δ_p wurde mit der Näherung der zentrischen Krafteinleitung ohne Biegung bestimmt. Die gesamte Nachgiebigkeit des verspannten Deckelflansches δ_p errechnet sich aus der Summe der Nachgiebigkeit des Ersatz-Verformungskegels $\delta_{p,Kegel}$ und der Nachgiebigkeit der Ersatz-Verformungshülse $\delta_{p,Hülse}$:

$$\delta_p = \delta_{p,Kegel} + \delta_{p,Hülse}$$

Aus den erhaltenen Nachgiebigkeiten ergibt sich das Kraftverhältnis Φ_K und mit Annahme eines Krafteinleitungsfaktors n kann das tatsächliche Kraftverhältnis Φ_n bestimmt werden:

$$\Phi_n = n \cdot \Phi_K = \frac{\delta_p}{\delta_s + \delta_p} = \frac{F_{SA}}{F_A}$$

Die Aufteilung der Betriebskraft F_A in die Schraubenzusatzkraft F_{SA} und Belastung F_{PA} der verspannten Teile ergibt

$$F_{SA} = \Phi_n \cdot F_A \text{ und } F_{PA} = (1 - \Phi_n) \cdot F_A.$$

Die Berechnung der Verspannungsdreiecke der Messverschraubungen erfolgt prinzipiell wie bei der Originalverschraubung, jedoch sind die geänderten Steifigkeiten zu beachten. Bei der Berechnung der Nachgiebigkeit der Schraube muss berücksichtigt werden, dass sich die geklemmte Länge vergrößert, da in der Trennfuge zwischen Deckel und Gehäuse die Kraftmessdose mit den beiden dazugehörigen Stahl-Beilagscheiben eingebaut ist. Diese Tatsache beeinflusst auch die Nachgiebigkeit der verspannten Teile. Die Nachgiebigkeit des Ersatz-Verformungskegels bleibt gleich, jedoch kommen zur Nachgiebigkeit der Ersatz-Verformungshülse noch die Nachgiebigkeiten der Kraftmessdose $\delta_{KMD} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ mm/N}$ (laut Herstellerangaben) und der beiden Beilagscheiben $\delta_{ScheibenKMD}$. Unter der Annahme, dass die Krafteinleitung der Betriebskraft in der Mitte der Deckeldicke erfolgt, kann damit das tatsächliche Kraftverhältnis Φ_n wie oben bestimmt werden. Die Ergebnisse der Berechnung sind in der **Tabelle 2** zusammengefasst und in **Abb. 5** visualisiert.

	El. Nachgiebigkeit Schraube δ_s [N/mm]	El. Nachgiebigkeit verspannte Teile δ [N/mm]	Kraftverhältnis Φ_K [-]	Kraftverhältnis $\Phi_n = F_{SA}/F_A$ [-]
GD-Al-Gehäuse+Stahl-Schraube	$2,24 \cdot 10^{-6}$	$5,90 \cdot 10^{-6}$	0,21	0,11
GD-Al-Gehäuse+Stahl-Schraube + Kraftmessdose	$3,73 \cdot 10^{-6}$	$1,47 \cdot 10^{-6}$	0,28	0,23

Tabelle 2: Kraft-Verformungsverhältnisse bei 120°C Betriebstemperatur

Der zusätzliche Einbau einer sehr steifen Kraftmessdose macht die Klemmlänge größer und dadurch die Verbindung elastischer (**Abb. 5**).

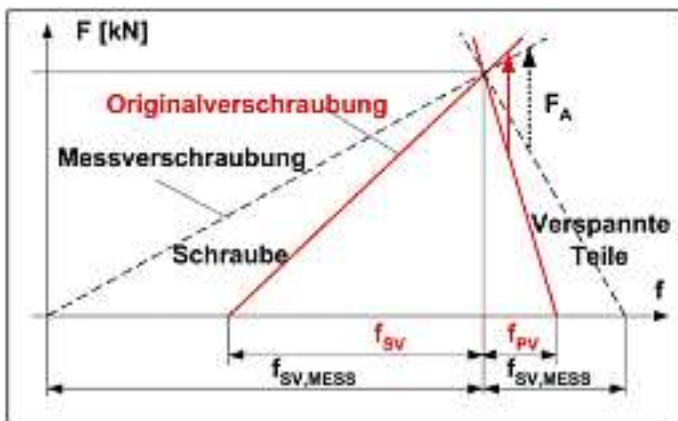


Abbildung 5: Modifizierung der Verspannungsschaubilder durch Einbau einer Kraftmessdose



Abbildung 6: Aufbau der Messanordnung an einer Hydropulsanlage mit Temperatorkammer

Das oben beschriebene Messprinzip ist bei GD-ALSi8Cu3-Getriebegehäusen an einem Hydropulsprüfstand verwirklicht worden. In der **Abb. 6** ist das Prüffeld zur thermomechanischen Untersuchung mit Temperatorkammer dargestellt.

4. Untersuchungsergebnisse

4.1 Anzugsprozess

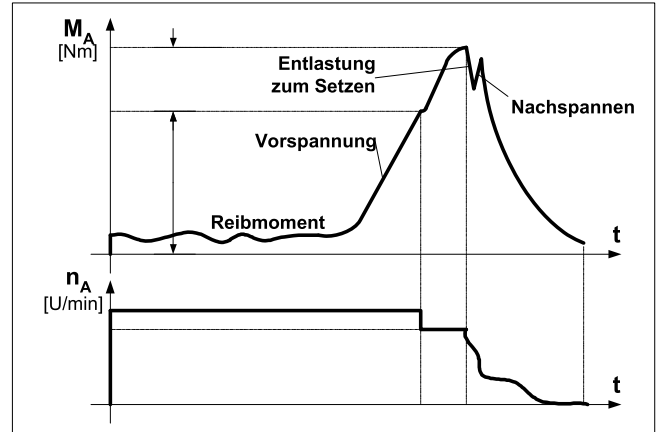


Abbildung 7: Anzugskennlinie des Schraubgerätes

Die Verschraubung erfolgt drehmomentgesteuert und zweistufig. Das maximale Anzugsmoment wird dabei in zwei Drehzahlstufen mit einer kurzen Umschaltphase erreicht, **Abb. 7**. Schließlich wird die Schraubenverbindung nachgespannt, um die „zeitunabhängigen“ Setzverluste F_Z teilweise nachzuholen. In **Abb. 8** ist der Verlauf der Vorspannkraft F_V für eine metrische Schraube in der letzten Phase des Anziehens dargestellt.

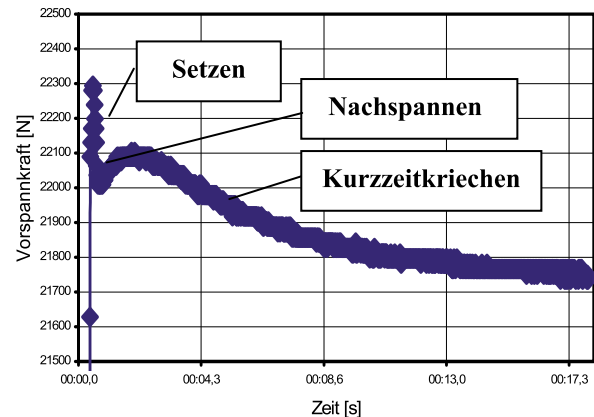


Abbildung 8: Tendenzier Verlauf des Vorspannkraftabfalls im Kurzzeitbereich bei RT

Nach **Abb. 8** kann der Kurzzeit-Vorspannkraftverlust F_Z in zwei Vorgänge aufgeteilt werden. Nach dem Anziehen (Montagevorspannkraft F_M) geht annähernd zeitunabhängig ein Teil der Vorspannkraft verloren. Dieses Phänomen ist in VDI 2230 [3] als Setzen bekannt, und lässt sich auf ein plastisches Einbrennen von Oberflächenrauigkeiten in den Auflageflächen zurückführen. Danach geht der Vorgang in einen kurzzeitigen Kriechprozess über, der nach kurzer Zeit ausklingt und die Vorspannkraft ihr endgültiges Maß erreicht, $F_M - F_Z = F_V$. Die Größe des im Bild erfassten Setzbetrags ($F_Z \approx 600 \text{ N}$) ist für beide Schraubenarten charakteristisch.

4.2 Relaxationsversuche ohne Betriebskraft

Relaxationsversuche bei Raum- und Betriebstemperatur sind in **Abb. 9** für die M8 und die GF Schraubenverbindungen vergleichend dargestellt. Die beim Anziehen entstandenen Vorspannkraftunterschiede der Verschraubungen sind auch nach der Relaxation ungefähr gleich geblieben.

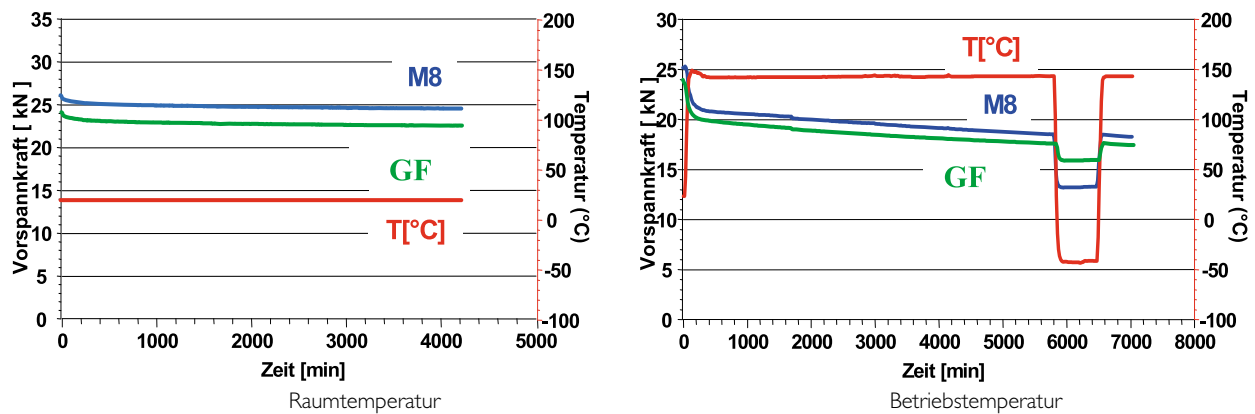


Abbildung 9: Vergleichende Relaxationversuche ohne und mit Betriebstemperatur

Bei RT ergaben sich geringfügige Vorspannkraftverluste für beide Schraubenarten (metrisch M8 und gewindefurchend GF) im Bereich von 5 bis 8%, die überwiegend in den ersten paar Stunden entstehen. Die Versuche bei RT sind wegen des weitgehend stabilisierten Zustandes der Schraubenverbindungen bei 70 h abgebrochen worden.

Die 120 h Relaxationsversuche bei Betriebstemperatur weisen wesentlich höhere Kriechraten und entsprechend höhere Vorspannkraftverluste auf. Die Vorspannkraftverluste liegen im Bereich von 25 bis 30% und zeigen keine charakteristischen Unterschiede zwischen den Schraubenvarianten. Ein erheblicher Anteil des Vorspannkraftverlustes (ca. 50%) entsteht auch in diesem Fall in den ersten Stunden des Versuches. Auf die im Betrieb übliche Temperaturschwankung (zwischen 100 und 105 h) reagieren die Verschraubungen mit großen elastischen Vorspannkraftänderungen, bei M8 mit ca. 5000 N, bei GF mit ca. 2000 N, die den Kriechvorgang aber nicht beeinflussen.

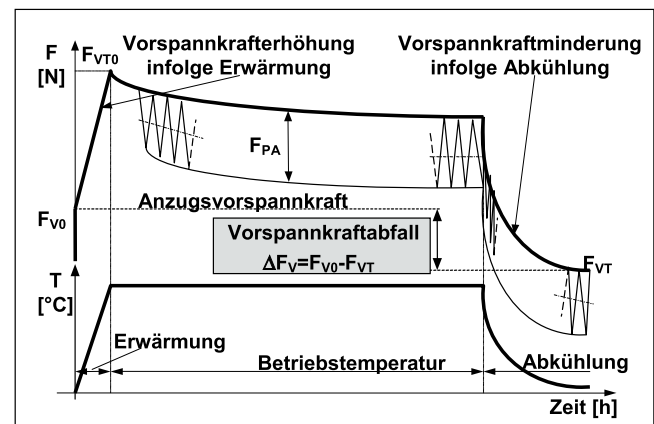


Abbildung 10: Versuchsablauf mit überlagerte Betriebskraft und Betriebstemperatur

4.3 Relaxationsversuche mit überlagerter Betriebskraft

Die Relaxationsversuche mit überlagerter Betriebskraft wurden sowohl bei Raumtemperatur als auch bei Betriebstemperatur am Bauteil durchgeführt. Die Vorspannung wurde durch Mehrfachverschraubung aufgebracht. Der zeitliche Verlauf der Vorspannkraft wurde parallel an zwei Schraubenverbindungen mit Hilfe von Kraftmessdosen registriert. **Abb. 10** zeigt schematisch den Versuchsablauf bei erhöhter Temperatur. Erhöhte Temperatur bewirkt nicht nur größeres Kriechen, sondern auch eine Vorspannkraftänderung infolge ungleichmäßiger Wärmedehnungen zwischen Stahlschraube und Alu-Gehäuse. Die Größe der dynamischen Betriebskraft F_A wurde aufgrund von fahrzeugtechnischen Überlegungen gewählt, die Prüffrequenz mit 12 Hz vorgegeben.

In **Abb. 11** sind 14 h Relaxationsversuche beider Schraubenarten bei Raumtemperatur mit überlagerter Betriebskraft dargestellt. Die

geringfügigen Abweichungen der Betriebskraftanteile der einzelnen Schraubenverbindungen ergeben sich durch die unterschiedlichen Steifigkeitsverteilungen infolge streuender Anzugsmomente.

Die metrische Schraubenverbindung verliert insgesamt über 1% von ihrer Vorspannkraft, die GF-Schraubenverbindung 2%.

In **Abb. 12** sind exemplarisch 24 h Relaxationsversuche bei Betriebstemperatur mit überlagerter Betriebskraft dargestellt. Am Anfang der Aufheizphase erhöht sich die Vorspannkraft der Verschraubung infolge unterschiedlicher Wärmedehnung erheblich, eine weitere Erhöhung wird dann durch Plastifizierung des Alumaterials gestoppt und schließlich abgebaut. Erst nach dem Erreichen der Betriebstemperatur wird die dynamische Betriebslast gestartet. Der weitere Verlauf der Vorspannkraftkurve weist die typischen Merkmale eines Kriechprozesses auf.

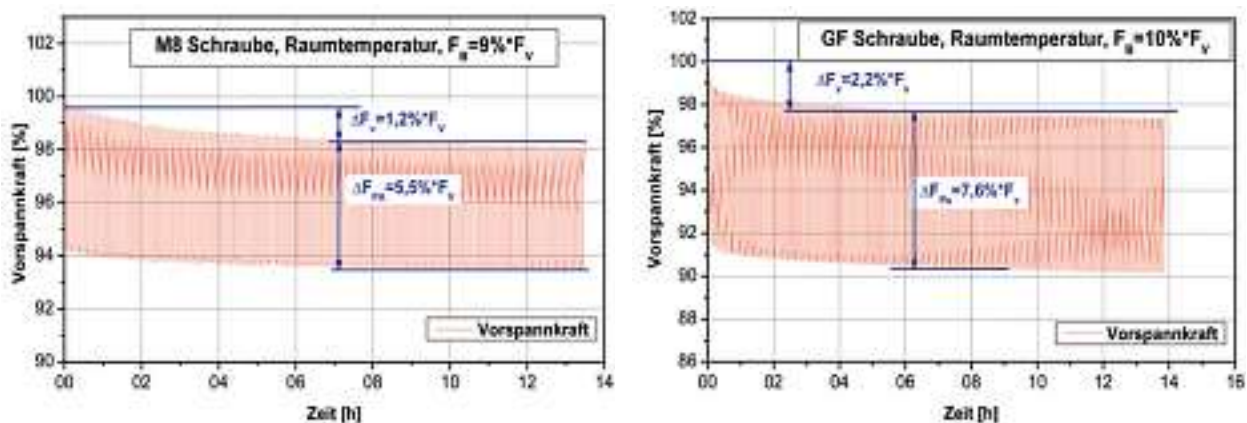


Abbildung 11: Relaxationsversuch bei Raumtemperatur mit überlagerter Betriebskraft

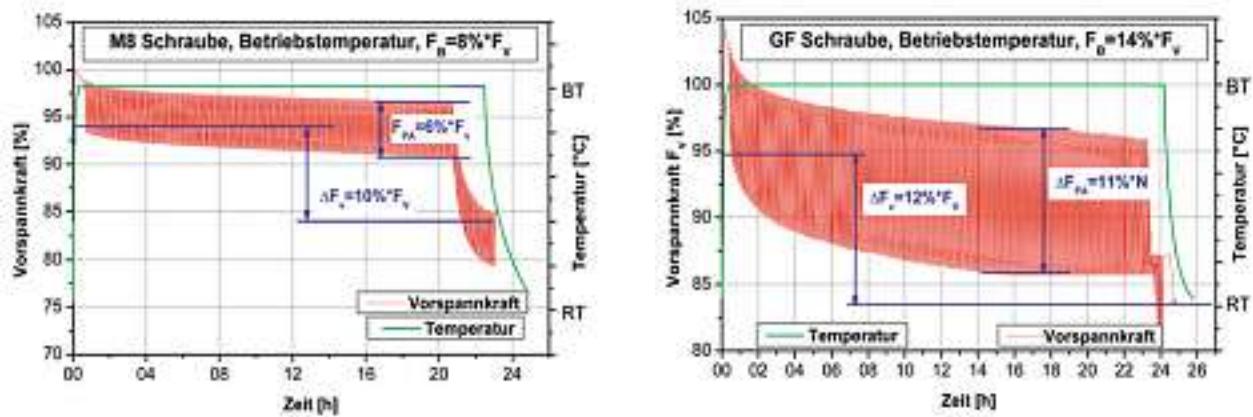


Abbildung 12: Relaxationsversuch bei Betriebstemperatur mit überlagerter Betriebskraft

Die Zahlenwerte des Kriechprozesses sind für beide Schraubenarten ähnlich. Bei den gewählten Verschraubungsdesigns (Kernlochgeometrie, Werkstoffe, Gießprozess, Gießtoleranzen,...) und Montageparametern verlieren die metrischen Schrauben zwischen 8 und 10%, die GF-Schrauben bei etwas höheren Betriebskräften zwischen 10 und 14%.

5. Zusammenfassung

In Versuchen an Verschraubungen von druckgegossenen Aluminium-Getriebegehäusen wird der Vorspannkraftverlust an zwei unterschiedlichen Verschraubungen, M8 metrisch und GF-Schraube, untersucht. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen die Einflüsse von Temperatur, Betriebskraft und Montagevorspannkraft auf den Vorspannkraftabfall, **Abb. 13**.

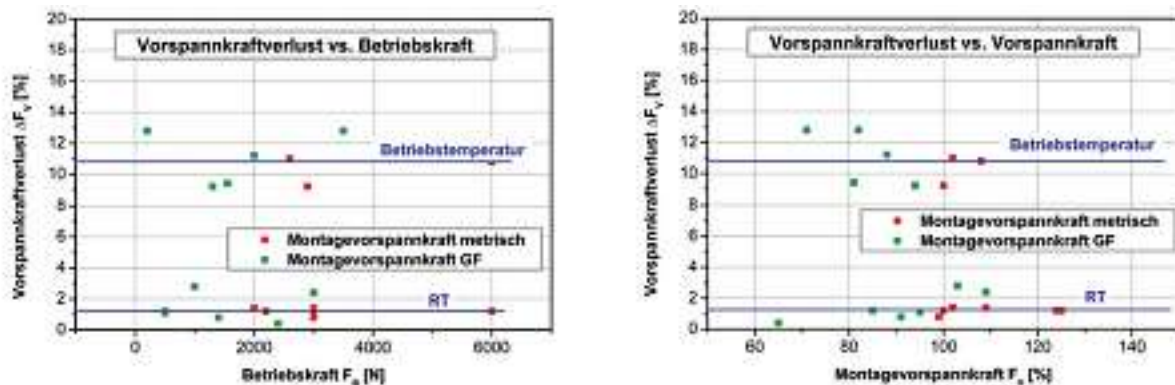


Abbildung 13: Vorspannkraftverlust bei metrischen und GF-Schrauben

Die wichtigsten Ergebnisse und Erfahrungen der Versuchsserie können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die beim Anziehen erreichten Vorspannkraften und die erforderlichen Lösemomente liegen bei beiden Schraubenarten (M8 und GF) in gleichem Bereich.
- Der Vorspannkraftverlust bei Raumtemperatur kann bei beiden Schraubenarten als unkritisch beurteilt werden.
- Es zeigt sich eindeutig, dass die Betriebskraft und die Vorspannkraft im geprüften (technisch relevanten) Belastungsbereich keinen wesentlichen Einfluss auf den Vorspannkraftverlust haben.
- Die Betriebstemperatur übt bei beiden Schraubenarten wesentlich größere Wirkung auf den Vorspannkraftabfall als die mechanischen Lasten aus.
- Die Ergebnisse zeigen einen etwas größeren Streubereich bei den GF-Schrauben als bei den metrischen Schrauben.
- Mit dem Wegfallen der Herstellungskosten für das Muttergewinde bringen die gewindefurchenden Schrauben ein Einsparpotenzial in der Serienherstellung.

6. Literatur

- [1] Vogt, W.: Vorgespannte Schraubenverbindungen in dynamisch beanspruchten Aluminiumkonstruktionen; Diss. Univ. der Bundeswehr Nr. 10/93, München 1993
- [2] Friedrich, H., Wunderlich, P., Brügel, E.: Schraubverbindungen in Leichtmetall-Konstruktionen – Erfahrungen in der Fahrzeugtechnik; VDI-Berichte Nr. 1426, 1998. p.263-276
- [3] VDI 2230: Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen; Beuth V. Berlin 2001

- [4] Minichmayr, R.; Eichlseder, W.: Evaluation of the Creep Deformation Behaviour, Fracture Mechanism and Creep-Fatigue Interaction in Aluminium Alloy AlCuBiPb. ICCEM 12, Bari, Italy, 2004
- [5] Eichlseder, W.; Leitner, H.: Fatigue Life Prediction based on Gradient S/N Curves of Al-Alloys-Components, Fatigue 2002, Stockholm, 3. bis 8. Juni 2002, Tagungsband 5/5. p.2783-2790
- [6] Leitner, H.; Gódor, I.; Eichlseder, W.; Hinteregger, Chr.: Relaxation der Vorspannkraft von Magnesium-Schraubverbindungen unter betriebsähnlichen Bedingungen; Giesserei, Nr. 7/2005, Seite 36 bis 43
- [7] Berger, C., Arz, U., Kaiser, B., Landgrebe, R.: Gebrauchseigenschaften von Schraubenverbindungen für Leichtmetalle; DVM-Tagung für Betriebsfestigkeit, Fulda 2003 p.5-24

Kontaktadresse:

Lehrstuhl für Allgemeinen Maschinenbau an der Montanuniversität Leoben
 CD-Labor für Betriebsfestigkeit, A-8700 Leoben, Franz Josef Straße 18
 Tel.: +43(0)38424021400, Fax: +43(0)38424021402
 E-mail: wilfried.eichlseder@mu-leoben.at

Schwingfestigkeit von Aluminium-Druckgussbauteilen unter Berücksichtigung der fertigungsprozessbedingten Werkstoffinhomogenitäten

Fatigue Behaviour of Aluminium Diecast Components considering the Process-related Nonuniformity of Materials



Dipl.-Ing. Christoph Fagschlunger, Jahrgang 1978, studierte an der Montanuniversität Leoben Montanmaschinenbau mit dem Schwerpunkt Betriebsfestigkeit. Seit 2003 ist er Mitarbeiter der BMW AG und beschäftigt sich dort derzeit im Rahmen seiner Doktorarbeit mit dem Thema „Schwingfestigkeit von Al-Druckgusslegierungen unter Berücksichtigung fertigungsprozessinduzierter Werkstoffinhomogenitäten“

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Wilfried Eichlseder, Nach Maschinenbaustudium an der TU Graz 1981 Eintritt in die Forschungsabteilung der Steyr-Daimler-Puch AG in Steyr/OÖ. 1990 Abteilungsleiter „Technische Berechnung“, 1993 „Festigkeit“ und 1995 Spartenleitung „Engineering“ und Technologiezentrum Steyr. Seit 1999 Vorstand am Lehrstuhl für Allgemeinen Maschinenbau an der Montanuniversität Leoben.



Dr.-Ing. Kurt Poetter, Jahrgang 1967, studierte an der TU Clausthal Allgemeinen Maschinenbau. Von 1995 bis 2000 arbeitete er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit der TU Clausthal, wo er 2000 zum Thema „Lebensdauerabschätzung ein- und mehrachsiger schwingend beanspruchter Bauteile“ promovierte. Seit 2000 ist er Mitarbeiter der BMW AG, München, im Bereich Betriebsfestigkeit und Werkstoffe. Seit 2004 ist er für das BMW Group Technology Office in Palo Alto, Kalifornien, tätig.

Dr.-Ing. Martin Brune, Studium Maschinenbau und Promotion an der Technischen Universität Clausthal. 1991 Eintritt bei BMW, Technische Entwicklung München. Heutige Funktion: Leiter Numerische Simulation Betriebsfestigkeit.



Summary

Examination of differently notched specimens shows that pores have a crucial influence on the fatigue of diecast-aluminium. Size and position of the pores play thereby a decisive role. By numerous FE models, with which specimens with pores in different sizes and positions were simulated, an advanced pore model could be derived. This allows to compute the stress concentration factor of pores as a function of the ratio from pore diameter and distance of the pore to the surface of the notch. It turns out that large pores close to the surface of the notch have a substantially higher stress concentration factor than small pores with a large distance to the surface. Detailed analysis of the used specimens prove that the developed model is able, to simulate the experimental data in an approved way.

1. Einleitung

Steigende Kundenanforderungen an Fahrzeuge des Premiumsegments verlangen nach einem modernen Fahrzeugbau, der im Stande ist, den Kunden innovative Produkte zu bieten und dabei die wirtschaftlichen Interessen des Unternehmens zu wahren. Der Leichtbau unter gleichzeitiger Reduzierung der Kosten ist dabei eine jener Disziplinen, die es für die Automobilindustrie zu bewältigen gilt. Bauteile, die den Prinzipien des Leichtbaus entsprechen, sind in nahezu jedem Bereich eines Automobils zu finden und bedürfen daher ausgereifter Methoden zur rechnerischen Abschätzung der Bauteillebensdauer.

Fahrzeugkomponenten aus Aluminium, wie Teile des Fahrwerks oder gesamte Motorblöcke, sind typische Beispiele dafür, wie durch die richtige Wahl von Material, Form und Herstellprozess ein kosten- und gewichtsoptimales Bauteil eingesetzt werden kann. Als Herstellungsprozess kommt für derartige Aluminiumbauteile sehr häufig das Gießen zum Einsatz. Dieses Verfahren zeichnet sich einerseits durch Vorteile wie einfache Herstellbarkeit komplexer Strukturen in einem Arbeitsschritt oder geringe Teilekosten bei hoher Stückzahl aus. Andererseits sind auch Nachteile wie wandstärkenabhängige Festigkeit sowie verfahrensbedingte Werkstoffinhomogenitäten in Form von Einschlüssen, Gefügeanomalien, Lunkern, Poren und dergleichen kennzeichnend. Besonders die Werkstoffinhomogenitäten bereiten dem Ingenieur Probleme bei der Abschätzung der statischen sowie dynamischen Belastbarkeit, da die Tragfähigkeit eines Gussbauteiles durch derartige Fehlstellen teilweise massiv beeinträchtigt werden kann.

Diese Arbeit beschäftigt sich speziell mit dem Einfluss der meist kugelförmigen Gasporen auf die Schwingfestigkeit von Aluminium-Druckgussbauteilen. Es soll untersucht werden, wie Poren den Spannungsverlauf innerhalb eines Gussbauteiles beeinträchtigen und welche Rolle die Größe und Position der Pore dabei hinsichtlich der Schwingfestigkeit spielt.

2. Werkstoff und Proben

Um die Einflüsse der Poren auf die Schwingfestigkeit zu untersuchen, bedarf es eines geeigneten Versuchsteils zur Verifizierung der abgeleiteten Zusammenhänge. Aus [1,2] ist bekannt, dass sowohl der Spannungsgradient als auch die lokalen Abkühlbedingungen und die damit verbundene Dicke der porenarmen Schicht direkt unter der Oberfläche (**Abb. 1**) einen wesentlichen Einfluss auf die Schwingfestigkeit haben können. Dementsprechend wird für die Untersuchungen ein eigens entwickeltes Versuchsteil (**Abb. 2**) verwendet, welches eine gezielte Untersuchung dieser beiden Parameter zulässt. Die bereits beim Gießprozess hergestellten Kerben verschiedener Größe

Zusammenfassung

Bauteile aus Aluminium-Druckguss weisen im Allgemeinen eine sehr hohe Streuung in der Lebensdauer auf. Untersuchungen an unterschiedlich gekerbten Proben aus Aluminiumdruckguss zeigen, dass neben Oxidhäuten und Fehlern in der Oberfläche meist Poren einen entscheidenden Einfluss auf die Schwingfestigkeit haben, weshalb in der vorliegenden Arbeit eine Beschreibung der Wirkung von Poren in homogenen und inhomogenen Spannungsfeldern durchgeführt wird. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass Größe und Position der Poren dabei eine wichtige Rolle spielen. Durch zahlreiche FE-Modelle, bei denen Proben mit Poren in verschiedenen Größen und Positionen simuliert wurden, konnte ein erweitertes Porenmodell abgeleitet werden. Dieses erlaubt den Kerbfaktor von Poren in Abhängigkeit vom Verhältnis aus Porendurchmesser und Abstand der Pore zum Kerbgrund zu berechnen. Demnach haben Poren gleicher Größe nahe der Oberfläche einen wesentlich höheren Kerbfaktor. Gleichzeitig nimmt in Randnähe der Kerbfaktor mit steigender Porengröße zu, während der Einfluss der Porengröße bei großem Abstand zur Oberfläche vernachlässigt werden kann. Untersuchungen an den verwendeten Proben belegen, dass mit dem entwickelten Ansatz die Versuche in einer verbesserten Art und Weise zu verifizieren sind.

im Bereich A des Versuchsteils ermöglichen eine Untersuchung des Gradienteneinflusses, während die variierende Wandstärke über die Bereiche A,B,C und die damit verbundenen variierenden Abkühlgeschwindigkeiten den Einfluss der Dicke der porenfreien Schicht wiedergeben soll.

Die mitgegossenen Kerben sind kreisförmig mit einem Radius von $r = 4 \text{ mm}$ bzw. U-förmig mit einer Tiefe von 4 mm und einem Radius von $r = 1 \text{ mm}$ (**Abb. 3**).

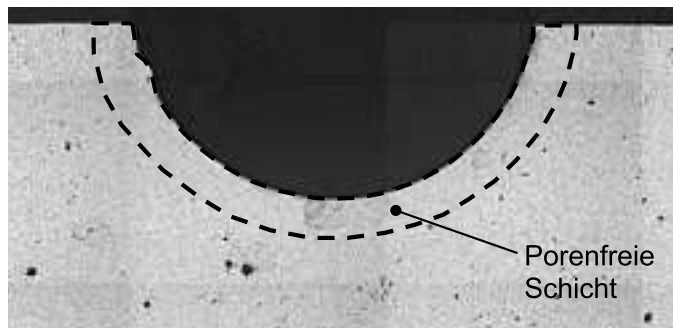


Abb. 1: Porenfreie Schicht unter der Bauteiloberfläche

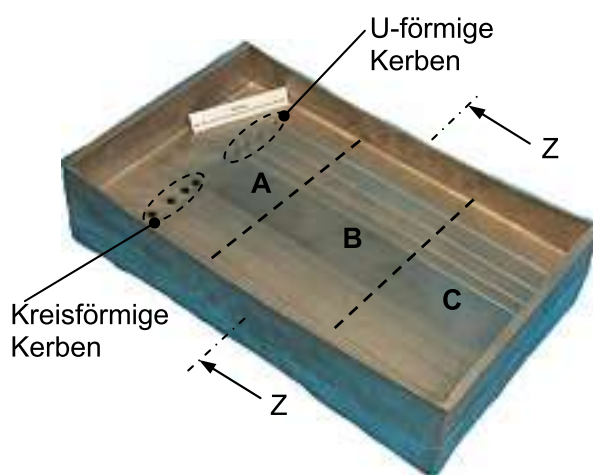


Abb.2: Versuchsteil mit mitgegossenen Kerben im Bereich A

Die Qualität der Proben ist, bedingt durch den Gießprozess, in den Bereichen A bis C unterschiedlich. Verwirbelungen der Schmelze durch die Stempel zur Erzeugung der Kerben führen im Bereich A zu einer tendenziell geringeren Probenqualität als dies im Bereich B (Anguss) und im Bereich C der Fall ist. Zur genauen Identifikation der Proben wird das Bauteil zusätzlich in die Abschnitte 1 bis 9 eingeteilt (**Abb. 2**). Somit bedeutet z.B. die Probenbezeichnung A01, dass die Probe aus dem Bereich A und Abschnitt 1 stammt und eine Wandstärke von 6 mm sowie eine U-förmige Kerbe mit dem Radius $r = 1 \text{ mm}$ aufweist.

Das Versuchsteil wird im horizontalen Kaltkammerdruckgussverfahren aus den Legierungen GD- AlSi9Cu3 und MAGSIMAL 59 (GD- AlMg5Si2Mn) hergestellt.

Material	R_m [MPa]	$R_{p0.2}$ [MPa]	Bruchdehnung A_5 [%]
GD- AlSi9Cu3	240	140	0.5
GD- AlMg5Si2Mn	285	155	12

Tab. 1: Zugfestigkeit und Dehngrenze für AlSi9Cu3 und MAGSIMAL 59 (Mittelwerte für $s \sim 5 \text{ mm}$)

Proben untersucht, wobei 3 Proben pro Lasthorizont zum Einsatz kommen.

Die Beanspruchungshorizonte werden so gewählt, dass bis zum Bruch zwischen 2×10^4 und 5×10^5 Schwingspiele erreicht werden. Bei Schwingspielzahlen über 2×10^6 wird die Probe als Durchläufer gewertet. Das Versuchsprogramm umfasst sowohl Biege-Schwellbelastung (2-Punktbiegung, $R = 0$) als auch Zug-Schwellbelastung ($R = 0$). Die Geometrie der verwendeten Proben ist in **Abb. 3** dargestellt.

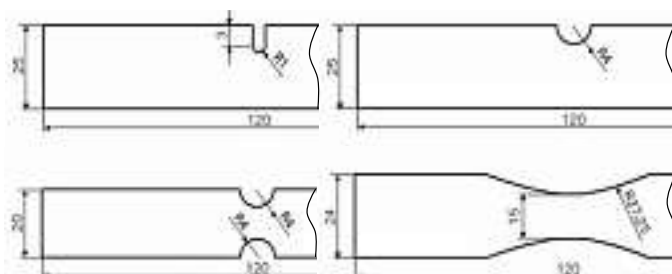
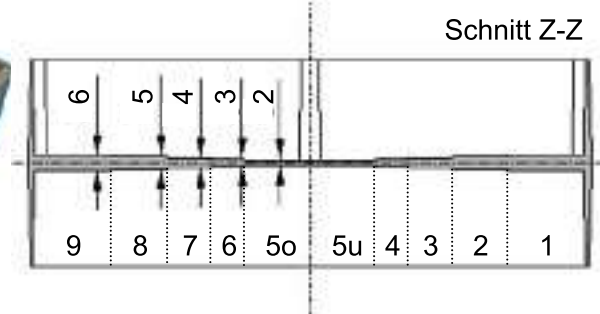


Abb.3: Geometrie der entnommenen Proben



Reihe.	Dicke s [mm]	Kerbradius [mm]	Kerbfaktor
A01	6	1.00	3.3
A02	5	27.25	1.1
A05o	2	4.00	2.0
A05u	2	1.00	3.3
A06	3	4.00 (beidseitig)	1.6
A07	4	4.00 (beidseitig)	1.8
A08	5	27.25	1.1
A09	6	4.00	2.1
B01	6	27.25	1.1
B02	5	27.25	1.1
B08	5	27.25	1.1
B09	6	27.25	1.1

Tab. 2: Parameter der Versuchsreihen

3. Die Versuchsdurchführung

An der TU Clausthal [6] wird die Zeitfestigkeitslinie in Einstufenversuchen für die entnommenen Proben beider Legierungen nach dem Perlschnurverfahren [4] bestimmt. Pro Versuchsreihe werden 15

In **Tab. 2** sind die genauen Daten, wie Dicke und Kerbfaktor der geprüften Proben, gegenübergestellt. Es ist zu berücksichtigen, dass jene Proben mit $K_t = 1.1$ spanabhebend erzeugt werden und sich daher, anders als bei den mitgegossenen Kerben, keine Gusshaut mehr im Kerbgrund befindet.

4. Die Versuchsauswertung

Zur Berechnung der Zeitfestigkeitsgeraden werden nur Versuchspunkte von Lasthorizonten berücksichtigt, auf denen keine Durchläufer aufgetreten sind. Die anderen Lasthorizonte befinden sich im Übergangsbereich zwischen Zeitfestigkeit und Dauerfestigkeit und werden deshalb nicht gewertet.

Stellvertretend für alle Versuchsreihen sind im folgenden die Ergebnisse der Reihen B02, B08 (AlSi9Cu3) und A01, A09, B01 (MAGSIMAL 59) dargestellt. Die Proben dieser Reihen werden nach den Versuchen an der TU Clausthal eingehend hinsichtlich der Versagensursache untersucht und dienen somit als Datenbasis für die weiteren Untersuchungen.

In **Tab. 3** sind die Parameter der ermittelten Zeitfestigkeitslinien (Versagenskriterium „Bruch“) gegenübergestellt. Diese Parameter beziehen sich auf Nennspannungen. Die Zeitfestigkeitslinien für Kerbspannungen, welche sich aus der Multiplikation der Nennspannungen mit den in **Tab. 2** angegebenen Kerbfaktoren berechnen, sind in **Abb. 4** dargestellt.

Reihe.	Material	Belastung	Neigung k	S _{nenn} bei N=10 ⁵	s _{log N}
B02	AlSi9Cu3	Zug (R=0)	7.6	61.5	0.308
B08	AlSi9Cu3	Zug (R=0)	9.9	69.4	0.315
A01	MAGSIMAL 59	Biegung (R=0)	5.2	43.5	0.142
A09	MAGSIMAL 59	Biegung (R=0)	4.4	59.1	0.150
B01	MAGSIMAL 59	Biegung (R=0)	5.3	86.3	0.246

Tab. 3: Parameter der Zeitfestigkeitslinien

Eine genaue Betrachtung der Zeitfestigkeitslinien in **Abb. 4** zeigt folgende Ergebnisse. Die Versuchsreihen B02 und B08 liegen mit einem Abstand zu den übrigen Ergebnissen im unteren Festigkeitsbereich. Etwa im Mittelfeld liegt die Festigkeit der annähernd ungekerbten Biegeproben der Reihe B01. Als nahezu identisch stellt sich die Festigkeit der Versuchsreihen A01 und A09 dar, welche die obere Grenze der Beanspruchbarkeit darstellen. Unter Berücksichtigung des in **[1,2]** beschriebenen Einflusses von Spannungsgradient und Dicke porenfreier Schichten können diese Ergebnisse relativ gut verstanden werden.

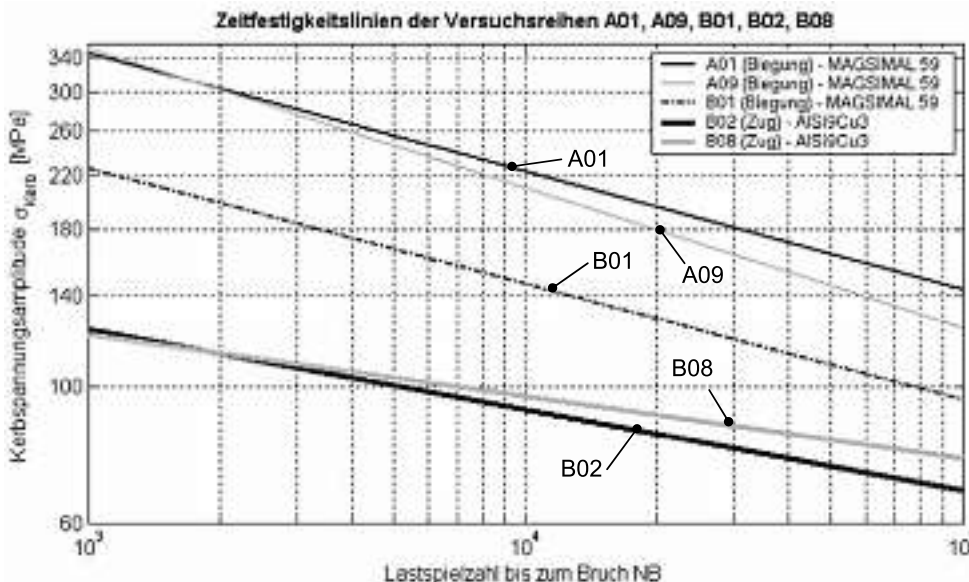


Abb. 4.: Zeitfestigkeitslinien der Versuchsreihen A01, A09, B01, B02 und B08

Die geringe Festigkeit der Reihen B02 und B08 kann zum einen dadurch erklärt werden, dass es sich hierbei um Versuche mit einer Legierung geringfügig niedrigerer Festigkeit handelt. Der ausschlaggebende Faktor ist jedoch die Art der Belastung. Durch die axiale Belastung beim Zugversuch wirken sämtliche Fehlstellen (Poren, Oxidhäute etc.), die sich im kritischen Querschnitt befinden, im glei-

chen Maße schädigend, unabhängig davon, ob sich der Fehler in der Probenmitte oder nahe der Oberfläche befindet. Wie sich später noch zeigen wird, ist diese Annahme jedoch nicht vollkommen korrekt, da in bestimmten Fällen der Kerbfaktor einer Pore größer als der bisher in der Literatur **[1,2]** als konstant angenommene Faktor $K_{tp} = 2.05$ sein kann.

Für die auf Biegung belasteten Proben der Versuchsreihen A01, A09 sowie B01 ist die Lage der Zeitfestigkeitslinien ebenfalls einleuchtend. Die ertragbaren Kerbspannungen der stark gekerbten Proben der Reihe A01 sind, wie man vermuten konnte, im Bereich hoher Festigkeit zu finden. Aus **[1,2]** ist bekannt, dass der Abstand Δx , in dem sich eine Pore zum Kerbgrund befinden muss, um lokal höhere Spannungen zu erzeugen, als dies im porenfreien Kerbgrund der Fall ist, nach Gl. I mit dem relativen Spannungsgradienten χ'_{rel} in Verbindung steht.

$$\Delta x = -\frac{0.5}{\chi'_{rel}} \quad \text{Gl. I}$$

Erwartungsgemäß liegt somit die Zeitfestigkeitslinie der Reihe A01 am höchsten, da aufgrund der scharfen Kerbe und dem damit verbundenen hohen Spannungsgradient der Abstand Δx , und in gleicher Weise die Wahrscheinlichkeit, dass sich in diesem Bereich eine Pore befindet, geringer ist, als bei den schwach gekerbten Proben der Reihen A09 und B01.

Der Abstand zwischen den Reihen A01 und A09 ist jedoch wesentlich geringer, als er aufgrund des geringeren Spannungsgradienten der Reihe A09 und der damit verbundenen geringeren Stützwirkung zu erwarten wäre. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass bei der Herleitung der Gl. I davon ausgegangen wurde, dass der Kerbfaktor einer Pore unabhängig von deren Größe und Position mit $K_{tp} = 2.05$ angenommen wurde. Für den Fall, dass oberflächennahe Poren einen wesentlich größeren Kerbfaktor haben als bisher angenommen, würde der Abstand Δx wesentlich geringer werden und dies eine Begründung für den geringen Abstand der Zeitfestigkeitslinien der Reihen A01 und A09 darstellen. Diese Theorie gilt es nun, durch Simulation der durch Poren hervorgerufenen Spannungsüberhöhungen zu beweisen.

5. Simulation von Poren mittels FEM

Um den Einfluss von Größe und Position von Poren auf die poreninduzierte Spannungsüberhöhung zu bestimmen, werden FE-Modelle erstellt, bei denen die Pore mitmodelliert wird. Die Modellierung erfolgt analog zu den in **[3]** vorgestellten Berechnungen zur Simulation von Poren. Im konkreten Fall wird jedoch der Durchmesser d und der Abstand t der Pore vom Kerbgrund variiert und die auftretende Spannungsüberhöhung an der Oberseite der Pore ermittelt.

Die Anzahl der Elemente am Umfang der Pore wird dabei für beide Durchmesser konstant gehalten. Die Berechnungen werden am Beispiel einer ungekerbten Probe durchgeführt, wobei sowohl die rein axiale Belastung als auch Biegung untersucht werden. Stellvertretend für alle Berechnungsergebnisse seien in den **Abbn. 5 und 6** die Ergebnisse für eine auf Biegung belastete, ungekerbte Probe mit Poren der Durchmesser $d_1 = 1 \text{ mm}$, $d_2 = 0.75 \text{ mm}$ und $d_3 = 0.5 \text{ mm}$ dargestellt.

Während sich in **Abb. 5** die Pore in einer Tiefe von $t_1 = 0.25 \text{ mm}$ befindet, sind diese in **Abb. 6** in einem Abstand von $t_2 = 1 \text{ mm}$ vom Kerbgrund entfernt.

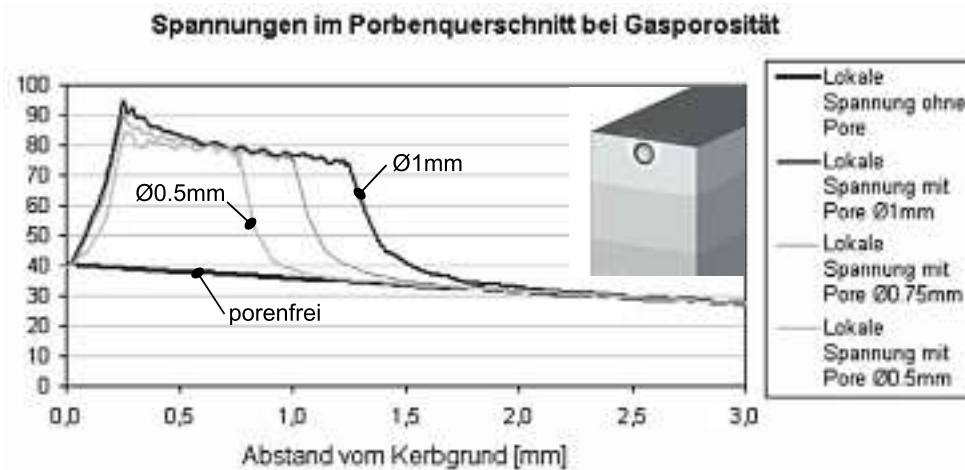


Abb. 5: Spannung an der Pore bei Biegung ($t_1 = 0.25\text{mm}$)

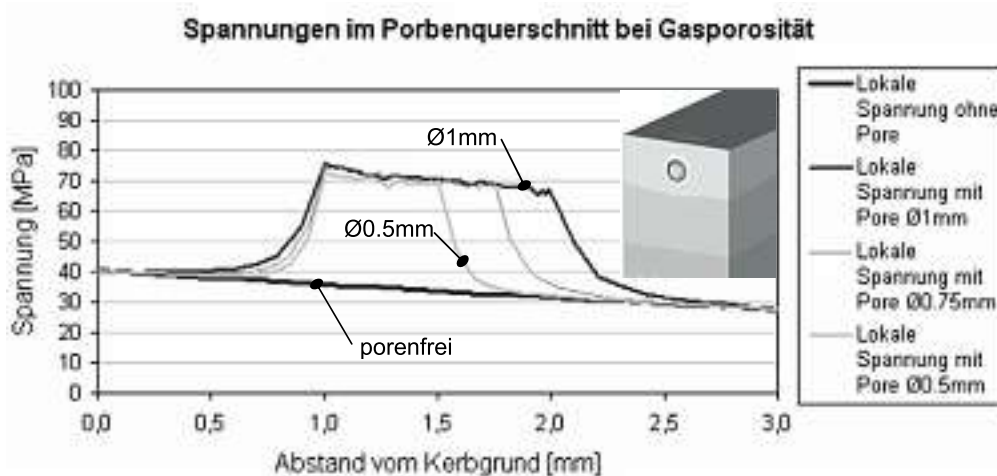


Abb. 6: Spannung an der Pore bei Biegung ($t_1 = 1.00\text{mm}$)

Betrachtet man die **Abb. 5 und 6**, so findet man primär zwei Auffälligkeiten. Im Fall $t_1 = 0.25\text{ mm}$ ist eindeutig zu sehen, dass an der Oberseite der Pore mit $d_1 = 1\text{ mm}$ eine um etwa 10% höhere Maximalspannung anliegt, als dies bei der Pore mit $d_3 = 0.5\text{ mm}$ der Fall ist. Zudem ist ersichtlich, dass dieser Effekt abnimmt, wenn die Pore sich vom Kerbgrund wegbewegt.

In **Abb. 6** ist der Unterschied in den Maximalspannungen nicht mehr vorhanden. Dies ist mit dem Prinzip von St. Venant [5] leicht zu erklären, welches besagt, dass die Erhöhung der lokalen Spannung durch eine Fehlstelle der Größe d_k erst in einem Abstand von etwa

„Oberfläche“ und „Pore mittig in unendlich breiter Platte“ gültig. Für den Fall „Pore direkt unter der Oberfläche“, was einem Riss entsprechen würde, ergibt sich ein unendlich hoher Kerbfaktor, während dieser im Fall der unendlich breiten Platte genau dem Wert für $K_{t,p0}$ entspricht.

Es gilt nun zu prüfen, ob mit Hilfe dieser Definition des Kerbfaktors von Poren die Streuung der Versuche innerhalb einer Versuchsreihe erklärt werden kann. Dazu müssen die einzelnen Proben einer Reihe auf ihre Versagensursache hin untersucht werden.

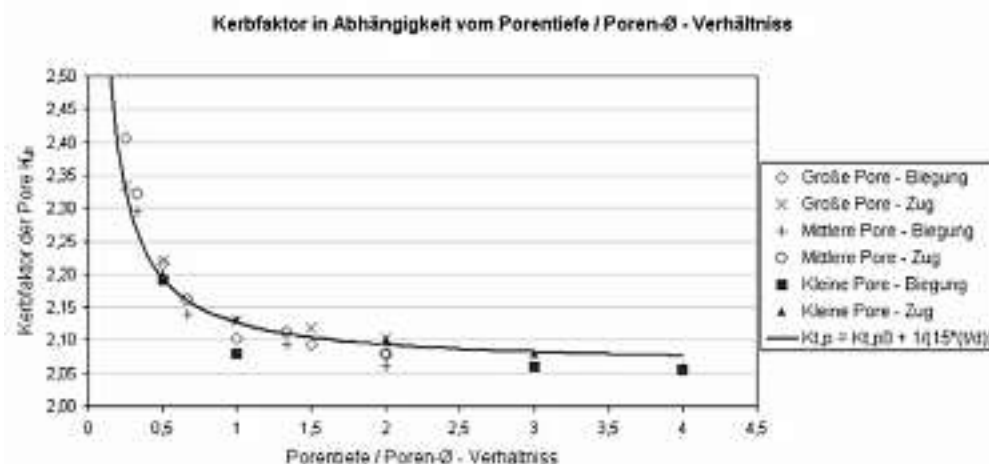


Abb. 7: Kerbfaktor einer Pore in Abhängigkeit vom t/d -Verhältnis

$3d_k$ vollständig abgeklungen ist. Es kommt somit bei oberflächennahen Poren abhängig von deren Größe und Position zu mehr oder minder starken Wechselwirkungen mit der Oberfläche, welche die Maximalspannung der Pore beeinflussen. Daher liegt es nahe, eine Abhängigkeit des Kerbfaktors $K_{t,p}$ einer Pore vom Verhältnis aus Porentiefe t und Porendurchmesser d zu postulieren.

In dem in **Abb. 7** dargestellten Diagramm sind die aus den FE-Berechnungen ermittelten Kerbfaktoren gegenüber dem entsprechenden t/d -Verhältnis aufgetragen. Die berechneten Punkte unterliegen einer gewissen Streuung, welche in erster Linie der Numerik und teilweisen Unregelmäßigkeiten der verwendeten Netze zuzuschreiben ist. Dennoch lassen sich die Versuchspunkte sehr gut durch die in Gl.2 angegebene Beziehung beschreiben.

$$K_{t,p} = K_{t,p0} + \frac{1}{15 \left(\frac{t}{d} \right)} \quad \text{Gl.2}$$

Demnach setzt sich die tatsächliche Kerbwirkung einer Pore aus einem dem Kerbfaktor $K_{t,p0}$ entsprechenden Fixanteil $K_{t,p0} = 2.05$ und einem vom t/d -Verhältnis abhängigen variablen Anteil zusammen. Diese Formulierung ist auch für die zwei Extremfälle „Pore tangential zur

6. Beurteilung von Proben hinsichtlich Ihrer Versagensursache

Es bedarf einer genauen Untersuchung der Bruchflächen der einzelnen Proben einer Versuchsreihe, um die notwendigen Eingangsgrößen für Gl.2 zu erhalten. Dazu werden diese unter dem Stereo-Lichtmikroskop hinsichtlich ihrer Versagensursache untersucht und die gefundenen Fehlstellen genau vermessen. Wichtig für die Auswertung sind Größe und Position der Fehlstelle.

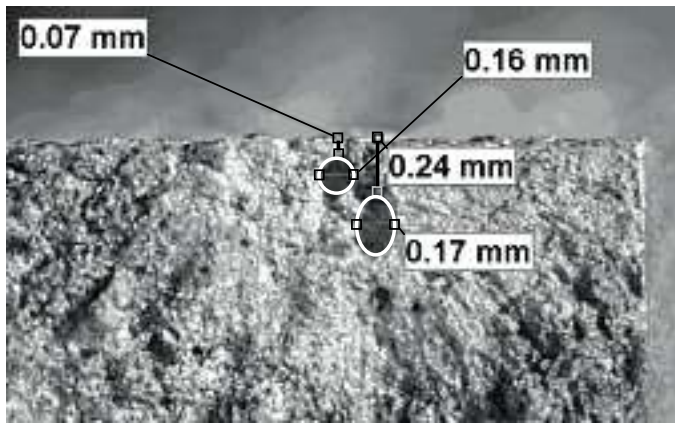


Abb. 8: Vermessung von Poren in der Bruchfläche

Abb. 8 zeigt die Bruchfläche einer Probe und die darin vermessenen Poren. Es ist gut zu sehen, wie die Rastlinien von den Poren ausgehen, weshalb die vermessenen Poren auch als bruchauslösend charakterisiert werden.

In **Tab. 4** ist die Auswertung für die Reihe B02 ersichtlich. Für jede Probe wird die Versagensursache ermittelt und die Fehlstellengröße vermessen. Porendurchmesser und Porentiefe werden in die Klassen

große Pore/großer Abstand (gp/ga), mittlere Pore/mittlerer Abstand (mp/ma) und kleine Pore/kleiner Abstand (kp/ka) eingeteilt. Dazu werden jeweils für alle Werte von t und d der Versuchsreihe die Maximal- und Minimalwerte ermittelt und deren Differenz gedrittelt, um die Klassengrenzen festzulegen.

An dieser Stelle sei bemerkt, dass in diesem speziellen Fall bei einem hohen Anteil der untersuchten Proben eine Pore als bruchauslösende Fehlerquelle festgestellt werden konnte (**Tab. 4**). Trotzdem versagten bei einigen Reihen viele Proben aufgrund von Oxidhäuten oder Fehlern in der Oberfläche. Man muss daher davon ausgehen, dass es für die Abschätzung der Lebensdauer von Gussbauteilen nicht genügt, nur die Effekte von Poren auf die Schwingfestigkeit zu verstehen, weshalb in einer gesonderten Untersuchung auf die Wirkung von Oxidhäuten und weiteren Einflussfaktoren eingegangen wird. Ein hoher Prozentsatz der meist großen Streuung in Untersuchungen bezüglich Porosität ist wohl genau auf die eben genannten Umstände zurückzuführen.

Hinsichtlich jener Bauteile, welche aufgrund von Poren versagt haben, stellt sich nun aber die Frage, ob man den unter Kapitel 4 beschriebenen Einfluss von Porendurchmesser und Porentiefe auf den Kerbfaktor einer Pore auch in den Versuchsergebnissen wiederfindet. Um dies zu kontrollieren, werden alle Versuchspunkte entlang der Zeitfestigkeitslinie auf eine bestimmte Lastwechselzahl geschoben, wie dies in **Abb. 9** zu sehen und unter anderem in [4] beschrieben ist.

Probe	S_a [MPa]	σ_{Kerb} [Mpa]	N_B	Versagens- ursache	d [mm]	t [mm]	Größen- kategorie	Abstands- kategorie
025 B02	70.0	77.0	23927	Pore	0.55	0.00	mp	ka
034 B02	55.0	60.5	231276	Pore	0.50	0.50	mp	ka
037 B02	50.0	55.0	389470	Pore	0.50	0.20	mp	ka
044 B02	70.0	77.0	51762	Pore	0.10	0.25	kp	ka
027 B02	65.0	71.5	226594	Pore	0.30	0.60	kp	ka
030 B02	60.0	66.0	103348	Pore	0.30	0.10	kp	ka
032 B02	60.0	66.0	266170	Pore	0.10	0.50	kp	ka
038 B02	55.0	60.5	279021	Pore	0.10	0.05	kp	ka
040 B02	50.0	55.0	287740	Pore	0.40	0.00	kp	ka
026 B02	70.0	77.0	48938	Pore	0.90	1.50	gp	ga
042 B02	70.0	77.0	8609	Pore	1.20	1.80	gp	ga
043 B02	70.0	77.0	11416	Pore	0.80	0.10	gp	ka
033 B02	60.0	66.0	212736	Pore	1.00	1.00	gp	ma
028 B02	65.0	71.5	103093	Pore	0.25	0.10	kp	ka
029 B02	65.0	71.5	157700	Pore	0.10	0.15	kp	ka
039 B02	55.0	60.5	100603	Oxidhaut	/	/	/	/
035 B02	50.0	55.0	620079	Pore	0.80	1.00	mp	ma

Tab. 4: Bewertung der Versagensursache in der Versuchsreihe B02

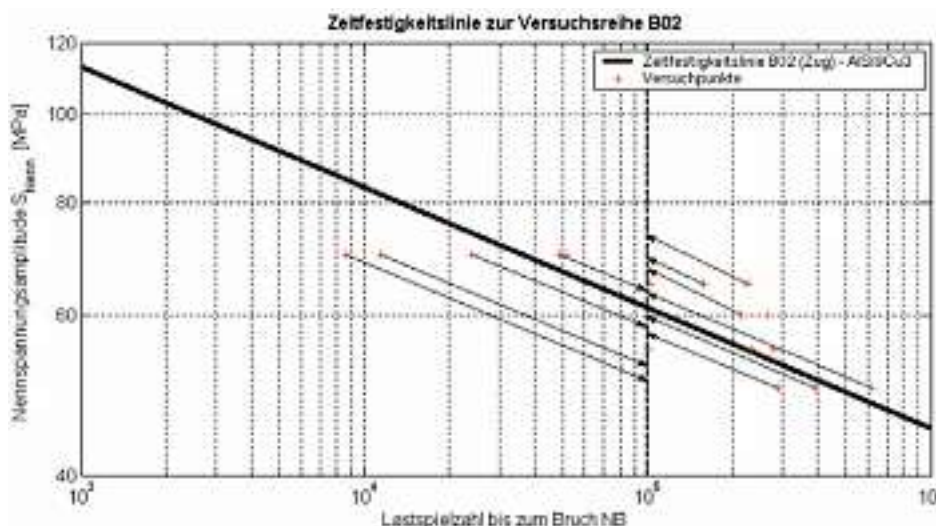


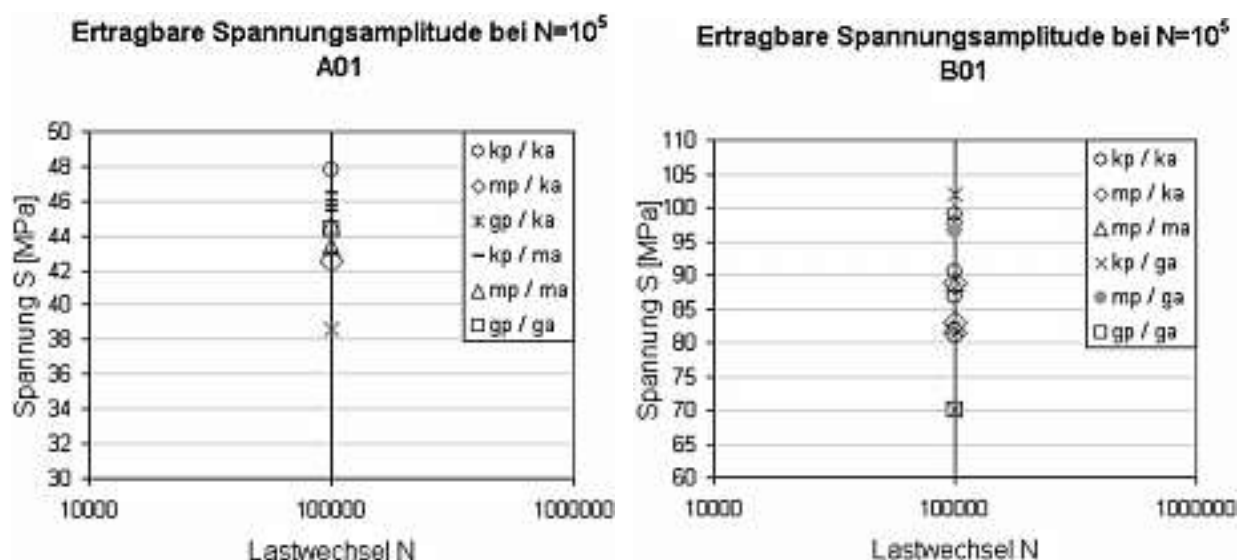
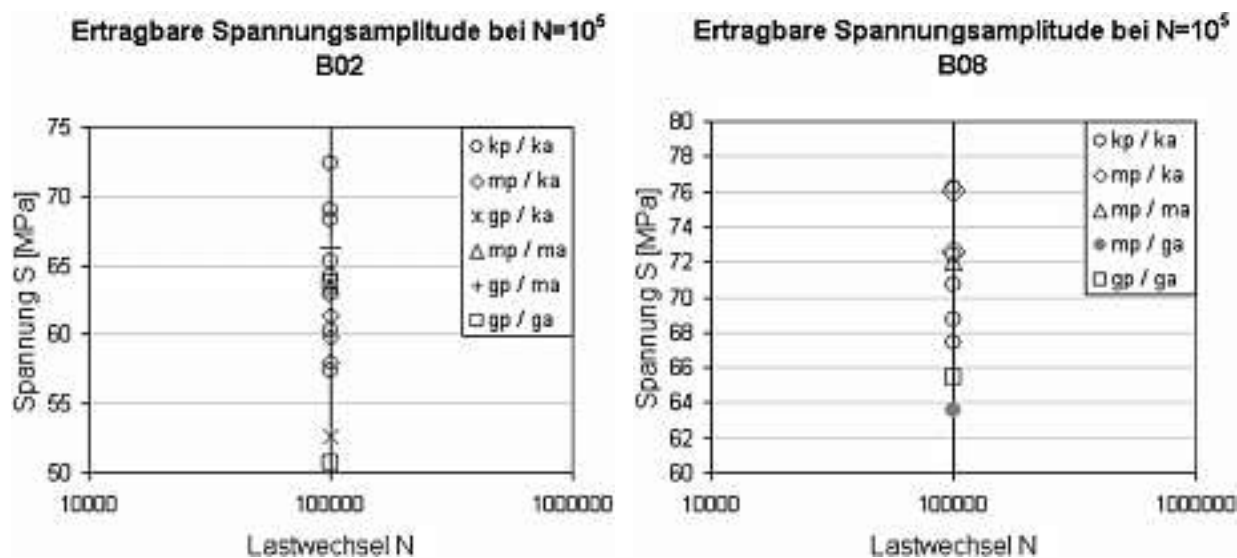
Abb. 9: Projektion von Versuchspunkten auf eine gemeinsame Bezugslastspielzahl

Weist man nun jeden Versuchspunkt einer bestimmten Klasse zu (z.B. große Pore gp/kleiner Abstand ka) lässt sich anhand dieser Darstellung erkennen, ob eine bestimmte Klasse eine Tendenz zu höheren oder niedrigeren ertragbaren Nennspannungsamplituden zeigt.

In den **Abbn. 10 und 11** ist diese Auswertung exemplarisch für die Versuchsreihen A01, B01, B02 und B08 dargestellt.

Sieht man von wenigen Ausnahmen ab, so ist die Aussage dieser Diagramme doch recht deutlich. Jene Proben, bei denen als Versagensursache eine kleine Pore festgestellt wurde, liegen in der Regel im oberen Bereich der ertragbaren Spannungsamplituden. Genau das Umgekehrte gilt für Proben mit großen Poren. In vielen Fällen ist sogar der Einfluss des Abstandes richtig abzulesen. So liegen z.B. bei der Reihe A01 jene Proben mit kleinen Poren, die sich in einem mittleren Abstand zur Oberfläche befinden, im Bereich höchster Festigkeit, während jene Probe mit einer großen Pore sehr nahe an der Oberfläche das Schlusslicht bildet. Die Querschnittsschwächung durch die Poren ist in diesen Diagrammen nicht berücksichtigt, da Berechnungen belegen, dass diese bei der Größe der gefundenen Poren eine untergeordnete Rolle spielt.

Gänzlich unbeachtet bei dieser Betrachtung bleibt der Einfluss des Spannungsgradienten. Wirft man einen Blick auf den Anstieg der Spannung unmittelbar vor einer Pore (**Abbn. 5 und 6**), so wird ersichtlich, dass kleine Poren einen tendenziell höheren Spannungsgradienten aufweisen, was auf eine höhere Stützwirkung hinweisen würde. Es kann


 Abb. 10: Ertragbare Spannungsamplitude bei $N=10^5$ für die Versuchsreihen A01 und B01

 Abb. 11: Ertragbare Spannungsamplitude bei $N=10^5$ für die Versuchsreihen B02 und B08

nun die Hypothese aufgestellt werden, dass die erhöhte Stützwirkung zu einer höheren Belastbarkeit führt. Ob dies jedoch in den Versuchen wiederzufinden ist und sich der Zusammenhang zwischen Spannungsgradient und Stützwirkung in diesem Fall darstellt, muss durch weitere Untersuchungen eingehend geklärt werden.

Abschließend soll nun noch gezeigt werden, dass sich anhand der vorliegenden Versuchsdaten sehr gut zeigen lässt, dass sich das in Gl.2 formulierte erweiterte Porenmodell besser zur Beschreibung der Kerbwirkung eignet als das bisherige Modell mit dem Fixwert von $K_{tp0} = 2.05$. Dies sei wiederum am Beispiel der Reihe B02 gezeigt. In **Tab. 5** sind die theoretische Spannungsamplitude bei $N=10^5$ Lastwechseln ($S_{a,N=10^5}$)

Probe	S_a [MPa]	σ_{Kerb} [MPa]	N_B	$S_{a,N=10^5}$ [MPa]	d [mm]	t [mm]	$\sigma_{Kerb, dm}$ (erw.Modell)	$\sigma_{Kerb, bm}$ (bish.Modell)
025 B02	70.0	77.0	23927	57.99	0.55	0.00	∞	118.89
034 B02	55.0	60.5	231276	61.42	0.50	0.50	130.00	125.90
037 B02	50.0	55.0	389470	59.79	0.50	0.20	132.55	122.58
044 B02	70.0	77.0	51762	64.19	0.10	0.25	133.30	131.59
027 B02	65.0	71.5	226594	72.39	0.30	0.60	150.80	148.39
030 B02	60.0	66.0	103348	60.26	0.30	0.10	135.59	123.53
032 B02	60.0	66.0	266170	68.25	0.10	0.50	140.82	139.91
038 B02	55.0	60.5	279021	62.95	0.10	0.05	137.44	129.05
040 B02	50.0	55.0	287740	57.46	0.40	0.00	∞	117.79
026 B02	70.0	77.0	48938	63.72	0.90	1.50	133.17	130.62
042 B02	70.0	77.0	8609	50.69	1.20	1.80	106.18	103.92
043 B02	70.0	77.0	11416	52.61	0.80	0.10	135.91	107.86
033 B02	60.0	66.0	212736	66.27	1.00	1.00	140.26	135.84
028 B02	65.0	71.5	103093	65.26	0.25	0.10	144.66	133.79
029 B02	65.0	71.5	157700	69.02	0.10	0.15	144.55	141.48
039 B02	55.0	60.5	100603	55.04	/	/	Oxidhaut	Oxidhaut
035 B02	50.0	55.0	620079	63.57	0.80	1.00	133.70	130.31

Tab. 5: Bewertung des erweiterten Porenmodells an der Versuchsreihe B02

sowie t und d der rissauslösenden Poren für alle Proben der Versuchsreihe aufgeführt. Wie man sieht, streuen die Werte für $S_{a,N=10^5}$ relativ stark. Es stellt sich nun die Frage, ob die Streuung geringer wird, wenn man den Versuchen das erweiterte Porenmodell zugrunde legt. Um einen Vergleich zwischen den beiden Porenmodellen herzustellen, werden die Werte für $S_{a,N=10^5}$ zunächst mit dem konstanten Wert $K_{t,p0} = 2.05$ multipliziert, wodurch man $s_{Kerb,bm}$ erhält.

Nach Gl.3 wird nun die Standardabweichung $s_{log,shm}$ von $s_{Kerb,bm}$ berechnet, wobei n der Gesamtzahl der gewerteten Proben entspricht.

$$s_{log,\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{\sigma} - \log(\sigma_i))^2} \quad \text{Gl.3}$$

Analog wird auch die Standardabweichung $s_{log,sem}$ für die Werte von $s_{Kerb,em}$ ermittelt, welche sich durch Multiplikation von $S_{a,N=10^5}$ mit dem Kerbfaktor $K_{t,p}=f(K_{t,p0}, t, d)$ ergibt.

$$s_{log,shm} = 0.042$$

$$s_{log,sem} = 0.035$$

Der Unterschied in den Standardabweichungen von fast 20% ist ein durchaus nennenswertes Ergebnis. Es scheint daher, dass durch Anwendung des erweiterten Porenmodells die Kerbwirkung von Poren wesentlich besser dargestellt werden kann.

7. Ausblick

Mit dem vorgestellten erweiterten Porenmodell kann die lokale Erhöhung der Spannung durch kugelförmige Gasporen genauer als bisher berechnet werden. Trotzdem ist es nötig, weitere Untersuchungen durchzuführen, um das Problem der Werkstoffinhomogenitäten und deren Wirkung auf die Schwingfestigkeit besser zu verstehen. Dabei sollte in zwei Gruppen unterschieden werden. Zum einen ist es nötig, die Wirkung von Poren noch genauer zu beschreiben. Das Verhalten nichtkugelförmiger Poren und der Zusammenhang zwi-

schen Spannungsgradient und Stützwirkung bei Poren sollte dabei Forschungsschwerpunkt sein. Zum anderen darf auch der Einfluss von Oxidhäuten und Oberflächenfehlern nicht vernachlässigt werden und muss in parallelen Arbeiten analysiert werden. Untersuchungen dazu laufen und werden in Kürze vorgestellt. Eine zufriedenstellende Lösung des Problems kann jedoch nur durch die kombinierte Berücksichtigung aller Effekte gefunden werden. So ist die Frage nach dem Verbindungsglied, dass diese gänzlich unterschiedlichen Typen von Werkstoffinhomogenitäten in einem gemeinsamen Modell zusammenführt, zukünftig noch zu beantworten.

8. Literatur

- [1] G. Zhang: Weitere Untersuchung zum Einfluss von Porosität auf die Schwingfestigkeit von Proben und Bauteilen. Bericht für den Arbeitskreis 13 der deutschen Automobilindustrie, 2001
- [2] G. Zhang und C.M. Sonsino: Einfluss der Porosität auf die Schwingfestigkeit von Proben und Bauteilen aus Aluminiumdruckguss. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik. 2004, 35, No.3. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA
- [3] M. Eibl, K.Kaufmann, K.Oberschelp, G.Schmid: Berechnung der Schwingfestigkeit von laserstrahlgeschweißten Dünnblechen aus Aluminium. DVM Bericht 128 „Fertigungsverfahren und Betriebsfestigkeit“, 2001
- [4] E. Haibach: Betriebsfestigkeit – Verfahren und Daten zur Bauteilberechnung. 2. Auflage, 2002, ISBN: 354043142X, Berlin: Axel Springer Verlag
- [5] S. Timoshenko: Theory of Elasticity. 3. Auflage, 1970, ISBN: 0070647208, Columbus: McGraw Hill College Div
- [6] TU Clausthal, interner Versuchsbericht 02/28F und 03/11F, Clausthal-Zellerfeld 2004

Kontaktadresse:

Lehrstuhl für Allgemeinen Maschinenbau an der Montanuniversität Leoben
CD-Labor für Betriebsfestigkeit, A-8700 Leoben, Franz Josef Straße 18
Tel.: +43 (0)3842 402 1400, Fax: +43 (0)3842 402 1402
E-mail: wilfried.eichlseder@mu-leoben.at

Die nächste Ausgabe der GIESSEREI-RUNDSCHAU

Nr. 11/12

zum Thema

„Gießereieinrichtungen“

erscheint am

12. Dezember 2005.

Redaktionsschluss: 18. November 2005.

Dieser Ausgabe ist eine Information
der Firma **BÜHLER DRUCKGUSS AG**
beigeklebt.

FUNKTIONELLE

SPEISER-SYSTEME

ZU IHREM VORTEIL

DUPLO-Speiser DX

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



GTP SCHÄFER
GIEßTECHNISCHE PRODUKTE GMBH

Annandorfer Str.
D - 41515 Grewenbroich
Telefon: 0 21 81 / 23 39 40
Telefax: 0 21 81 / 5 44 54
www.gtp-schaefer.de



PUR-Cold-Box-Harze

Anforderungen des Marktes und aktuelle Entwicklungen

PUR Cold Box Resins – Requirements of the Market and recent Developments



Dipl.-Ing. Marta Maria Sipos, geboren in Andrid, Rumänien. Studium der Technischen Chemie an der „Babes-Bolyai Universität“ in Cluj-Napoca (Klausenburg) mit Abschluss in Chemischer Technologie.

1989-1997: Planungsingenieur bei TRUM S.A. in Carei, Rumänien, 1997-1999: Produktionsleiterin bei S.C. BENTONITA S.A. in Carei. 1999-2001: freiberuflich tätig mit eigener Übersetzungsfirma „INDEP.SIPOS“ als Autorisierte

Übersetzerin für Deutsch und Ungarisch. Seit 2001: Mitarbeiterin der Abteilung Forschung & Entwicklung im Bereich „Cold-Box-Harze“ bei der Furtenbach GmbH. Derzeit Durchführung einer Dissertation über „Cold-Box-Harzsyste-me“ am Institut für Chemische Technologie Organischer Stoffe an der Technischen Universität in Graz.

Dipl.-Ing. Dr. techn. Angelos Ch. Psimenos.

Geboren 1949 in Griechenland. Studium der Technischen Chemie an der TU Graz. 1977-1983 wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dissertation am Institut für Verfahrenstechnik der TU Graz. 1984-1985 freiberuflich als Zivilingenieur in Griechenland tätig. 1985-1986 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Forschungsgesellschaft Joanneum Research in Graz. 1986-2002 Leiter des Bereiches für Qualitätskontrolle, Forschung & Entwicklung Anwendungstechnik und Umwelt der Fa. Funder Industrie GmbH in St. Veit/Glan (Constantia Konzern), zuständig für die Entwicklung von neuen Harzen, Additiven und Dispersionen.

Ab 2003 Leiter der Abteilung Qualitätskontrolle, Forschung & Entwicklung und Anwendungstechnik der Fa. Furtenbach GmbH in Wiener Neustadt.



Mag. Günter Eder: Absolvent der Wirtschaftsuniversität Wien mit dem Spezialgebiet Unternehmensführung. Der berufliche Werdegang führte über Battenfeld Kunststoff-Spritzgussmaschinen und die Schmid-Industrie-Holding. Seit 1995 Geschäftsführer der FURTENBACH GmbH.

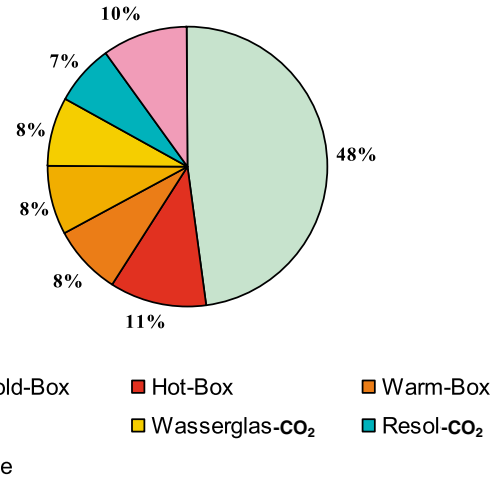


Bild 1: Marktanteil aller Kernherstellungsverfahren

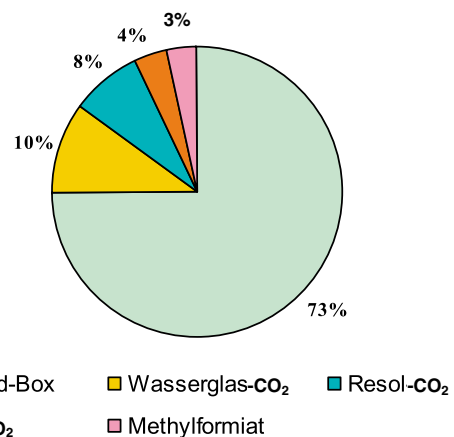


Bild 2: Marktanteil der gashärtenden Kernherstellungsverfahren

1. PUR-Red-Box-Verfahren

Das **PUR-Cold-Box-Verfahren**, Mitte der 60er Jahre in den USA entwickelt, hat auch in Europa und vor allem in der BR Deutschland als kaltes Begasungsverfahren große Bedeutung erlangt.

Die **Bilder 1** und **2** geben eine Übersicht über die Bedeutung des PUR-Cold-Box-Verfahrens in der Gießereiindustrie.

Dem Verfahren liegt die chemische Reaktion zwischen speziellen Phenolharzen der Resolklasse, den sog. Benzylether-Harzen (Komponente A) und Polyisocyanat (Komponente B) zu Polyurethan (PUR)

zugrunde. Bei der Härtung findet eine Polyaddition statt, die ohne Entstehung von Abspaltprodukten verläuft [1,2,3,7].

Um den Härtungsprozess einzuleiten, ist ein tertiäres Amin (Katalysator) notwendig, welches die Geschwindigkeit der Reaktion entscheidend beeinflusst und nach Abschluss der Reaktion den Prozess unverändert verlässt.

Das Einbringen des Katalysators in das System erfolgt durch Begasen mit einem Gemisch aus Amin und Trägergas (Luft, N₂, CO₂).

Der Stoffeinsatz in der Praxis sieht wie folgt aus:

Reaktionspartner	Funktion	Zusammensetzung
Teil 1	Binder (Harz)	Phenolresol, 50 - 60 % in Lösemittelgemisch, 0,5-1,0 % bezogen auf Sand
Teil 2	Aktivator	Polyisocyanat, in der Regel Diphenyl-methan-4,4'- diisocyanat (MDI) in Lösemittelgemisch, 0,5-1,0 % b.a. Sand
Teil 3	Katalysator	Amin, wie Triethylamin, Dimethylisopropylamin, Dimethylpropylamin oder Dimethylethylamin, 0,02 - 0,10 b.a. Sand

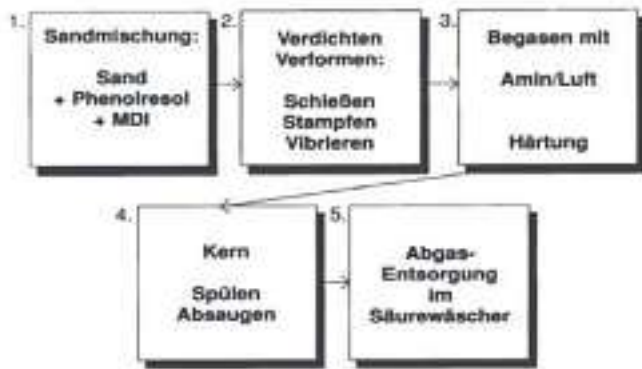


Bild 3: Verfahrensschema für das PUR-Cold-Box-Verfahren

Bild 3 gibt ein Verfahrensschema für das PUR-Cold-Box-Verfahren:

Der Verfahrensablauf gleicht im Prinzip den anderen Gashärtungsverfahren. In Chargen- oder Durchlaufmischern wird dem alkalifreien Sand das Phenolresol und das Polyisocyanat zugeführt (1).

Nach Formen und Verdichten des Formstoffes in Kernkästen (2) wird das Amin als Gas oder Aerosol im Gemisch mit Luft, Stickstoff oder CO_2 mit einem Druck von 0,2 bis 2,0 bar eingeblasen (3). Das Amin wird danach mit erwärmter Luft aus dem Kern ausgetrieben (Spülen). Die verwendeten Kernschieß-Maschinen müssen abgesaugt werden (4); eine Abgasreinigung, in diesem Fall z.B. mit einem Säurewäscher, ist unbedingt erforderlich (5).

Als Endprodukt erhält man ein hochvernetztes und sehr stabiles POLYURETHAN. Um die gewünschten Bindemittleigenschaften zu erzielen, werden in beide Komponenten noch Additive wie Lösungsmittel, Weichmacher, Trennmittel und Silane zugesetzt. Erst der Zusatz dieser Additive ermöglicht eine praktische Verwendung der Harze.

2. Vorteile und Nachteile des PUR-Cold-Box-Verfahrens

Um ein PUR-Cold-Box-System erfolgreich und effizient einzusetzen, ist es notwendig, die Stärken und Schwächen dieses Bindersystems zu kennen.

Die Vorteile des PUR-Cold-Box-Verfahrens sind:

- kurze Taktzeiten und hohe Produktivität durch rasche Aushärtung
- sichere Kementnahme, geringer Kernbruch durch hohe Anfangsfestigkeit
- hohe Maßgenauigkeit
- glatte Kernoberflächen
- niedrige Werkzeug- und Energiekosten
- rascher Modellwechsel möglich (kalte Kernkästen)
- relativ gute Thermostabilität

Das PUR-Cold-Box-Verfahren ermöglicht eine rasche maschinelle Fertigung von Einzelkernen, Versuchskernen und Prototypen bis zu mittleren Größen. Darüber hinaus bietet die schnelle, wirtschaftliche und automatische Kernherstellung hervorragende Möglichkeiten zur „on-line-Fertigung“. Die Kerne werden möglichst kurz nach der Herstellung in die Kokillen- oder Grünsandformen eingelegt und abgegossen. Die Produktivität ist etwa doppelt so schnell wie nach dem Croning-Verfahren.

Die Nachteile der meisten bisher angebotenen Cold-Box-Harze sind:

- begrenzte Lagerfähigkeit des Kernsand
- schlechte Hydrostabilität der Kerne bei der Nachbehandlung mit Wasserschichten
- enge Qualitätsgrenzen des verwendeten Sandes betreffend Feuchtigkeit, pH-Wert, Verunreinigungen und Fremdionenkonzentration
- Emissions- und Geruchsbelastung
- notwendige Adaptierungen bzw. Optimierungen der Fertigungsanlagen, z.B. Entsorgung des Katalysators über Gaswäscher etc.

Die Verwendung einer wasserfreien Sandmischung ist eine absolute Voraussetzung für das PUR-Cold-Box-Verfahren. Das Verfahren ist äußerst empfindlich gegenüber Spuren von Wasser bzw. Feuchtigkeit. Das folgende Beispiel soll den negativen Einfluss verdeutlichen:

Ein Molekül Wasser verbraucht eine Isocyanatgruppe. In der Folge steht diese Isocyanatgruppe nicht mehr zur Bildung einer Harzbindung zur Verfügung. Die Aushärtung erreicht nicht mehr das höchste Festigkeitsniveau und somit wird die Festigkeit der Kerne stark herabgesetzt oder fällt überhaupt auf nahezu Null. In der Praxis bedeutet dies, dass bereits ein Wassergehalt von 0,2 % in der Sandmischung einen negativen Einfluss auf den Prozess und damit auf die Qualität der Kerne hat.

Weitere Störfaktoren für den Reaktionsverlauf können Fremdionen aller Art sowie Verschiebungen des pH-Wertes sein. Die negative Beeinflussung der Reaktion äußert sich in Form einer erheblichen Beeinträchtigung der Verarbeitungszeit (bench life) der Sandmischung, der Aushärtecharakteristik und der Festigkeit bzw. Haltbarkeit der hergestellten Kerne. Das gilt sowohl für Verunreinigungen des Sandes, als auch der Arbeitsgeräte, der Mischaggregate usw.

Zusätzlich hat die Temperatur einen starken Einfluss auf den Reaktionsmechanismus und spielt daher bei der Kernherstellung ebenfalls eine entscheidende Rolle. Unter 10°C wird der Ablauf der Reaktion stark verzögert und kann schließlich ganz zum Erliegen kommen. Temperaturen über 30°C beschleunigen die Reaktion und kürzen die Verarbeitungszeit der Sandmischung.

3. Anforderungen der modernen Gießereiindustrie an das PUR-Cold-Box-System

Die Anforderungen der Gießereiindustrie und im Besonderen der Automobilgussteilfertigung sind sehr vielseitig und wachsen stetig an. Gussteile mit hoher Qualität und schwieriger Geometrie zu einem angemessenen Preis herzustellen, sind die wichtigsten Voraussetzungen, um im Internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Um dies zu gewährleisten, ist es notwendig Rohstoffe und Bindemittel mit spezifischen Qualitätsmerkmalen bzw. neue und moderne Fertigungstechnologien und analytische Methoden zur Optimierung bestehender Produktionsprozesse zu nutzen.

Die wichtigsten Marktanforderungen an das PUR-Cold-Box-Harz sind:

- hohe Reaktivität
- reduzierte Emissions- und Geruchsbelastung bzw. geringe Monomerkonzentration (freies Phenol und freies Formaldehyd)
- Reduzierung des Aminverbrauchs
- lange Haltbarkeit und Verarbeitungszeit (bench life) der Sandmischung
- hohe Trennwirkung im Kernkasten
- hohe Anfangs- und Endfestigkeit gepaart mit hoher Elastizität und Flexibilität
- hohe thermische Beständigkeit (Thermostabilität) beim Eisen- und Buntmetallguss bzw. guter Zerfall beim Leichtmetallguss
- hohe Stabilität gegenüber Wasserschichten (Hydrostabilität)
- Reduzierung der Gasmenge bzw. reduzierter und kontrollierter Gasstoß
- marktgerechte Preisgestaltung mit ausgewogenem Preis-Leistungs-Verhältnis

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist ein Umdenkenprozess bei den Bindemittelherstellern unumgänglich.

Früher wurden Verbesserungen in der Harzherstellung und Kernfertigung meist durch „Learning by doing“ bzw. nach dem „Versuch und Irrtum“-Prinzip erzielt. Versuche in der Gießerei waren wesentlicher Bestandteil der Entwicklungstätigkeit und der Produktoptimierung. Für die Durchführung von Praxisversuchen ist allerdings die Verfügbarkeit der Anlagen und des Personals notwendig, was wiederum nicht unerhebliche Kosten und eine Reduktion der Produktionskapazität bedeutet. Je nach Komplexität der geforderten Optimierung waren oft mehrere Praxisversuche erforderlich.

Diese Vorgangsweise gehört jedoch der Vergangenheit an. Heute wird die Anzahl der Praxisversuche auf ein Minimum reduziert. Das neue Produkt soll dem Kunden weitgehend optimiert präsentiert werden. Die Praxisversuche dienen nur zur Endanpassung des Produktes an die spezifischen Verarbeitungsbedingungen beim Kunden.

4. Chemismus und Reaktionsablauf der Resole

Um den gestellten Forderungen bei der Entwicklung von neuen Harzen zu entsprechen, muss man genau den Chemismus und den Reaktionsablauf der Harzherstellung kennen.

Phenolharze sind das Ergebnis komplizierter Reaktionen zwischen Phenol und Aldehyden, zumeist Formaldehyd, zu höhermolekularen Produkten. Bei der Kondensation von Phenol und Formaldehyd sind das Phenol tri- und das Formaldehyd bifunktionell, sodass dreidimensional vernetzte Strukturen entstehen können. Wird die Funktionalität des Phenols durch Substitution in o- und p-Stellung erniedrigt, erhält man lineare Strukturen.

In der Literatur findet man die theoretischen Grundlagen über die Chemie der Phenolharze [1 bis 8, 10].

Bei der Umsetzung von Phenol und Formaldehyd zu Phenolharzen treten drei Stadien auf:

- die Hydroxymethylierung des Phenols
- die Kondensation der Hydroxymethylphenole zu Mehrkernverbindungen
- und die Vernetzung

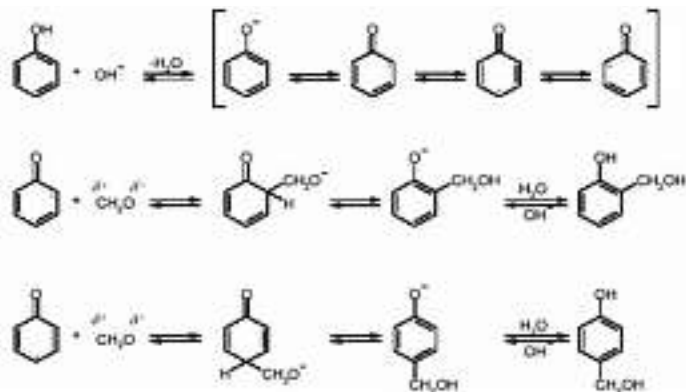
Die Polykondensate aus Phenolen und Aldehyden, besonders aus Phenolen und Formaldehyd, entstehen, indem die Kernwasserstoffe der Phenole in der p- und in den beiden o-Stellungen zu phenolischen Hydroxyl-Gruppen mit Formaldehyd reagieren und dabei dreidimensional vernetzen. Ist mindestens eine der drei reaktionsfähigen Stellen substituiert, entfällt die Vernetzungsmöglichkeit, und es entstehen als Endprodukte der Polykondensation verhältnismäßig niedermolekulare Verbindungen.

Bei den mit Basen katalysierten Phenolharzen der Resolklasse ist die Hydroxymethylierungsreaktion schneller als die Kondensation. Charakteristische funktionelle Gruppen dieser Harzklasse sind die reaktiven Hydroxymethyl-Gruppen und die Dimethylenätherbrücken.

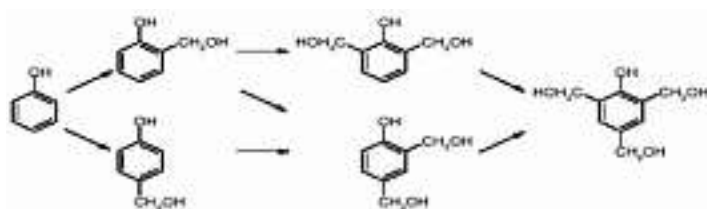
Bei der Verarbeitung dieser Harze kann die Polykondensation durch Erhitzen und/oder Zugabe von Katalysatoren wieder in Gang gesetzt werden, da Resole selbstvernetzend sind. Bei den kalthärtenden Harzen ist nur die Katalysatorzugabe relevant.

Resole können nur bei der Verwendung von trifunktionellen Phenolen entstehen, da bifunktionelle Phenole nicht vernetzt werden können.

Der erste Reaktionsschritt, die Hydroxymethylierung des Phenols, verläuft nach folgendem Mechanismus:



Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Eigenschaften der entstehenden Reaktionsprodukte ist das eingesetzte Formaldehyd/Phenol Mol-verhältnis. Das Molverhältnis im Reaktionseinsatz liegt bei 1 – 3 mol Formaldehyd auf 1 mol Phenol. Da mit einem Formaldehydüberschuss gearbeitet wird, bilden sich neben den Monohydroxymethylphenolen auch Dihydroxy- und Trihydroxymethylphenole.

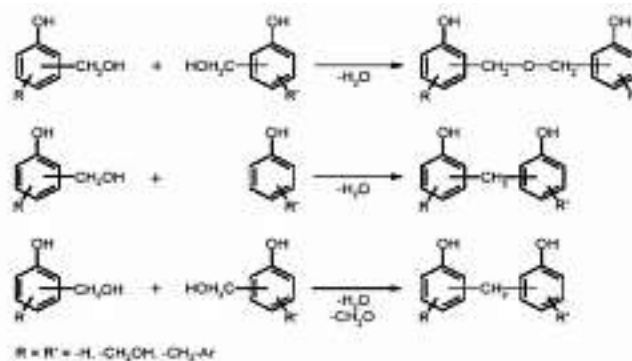


Hydroxymethylgruppen in der para-Position gehen mit Substituenten in allen Positionen Reaktionen ein, bevorzugen jedoch p-Hydroxymethylgruppen.

Mit wachsender Zahl der Substituenten am Phenolring steigt auch die Neigung zu Kondensationsreaktionen.

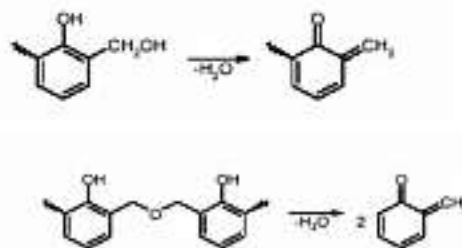
Erst im zweiten Schritt erfolgt die Selbstkondensation der Hydroxymethylphenole bei Temperaturen zwischen 60–100 °C. Bei hohen pH-Werten und Temperaturen unter 60 °C verläuft die Kondensationsreaktion langsam.

Für die Kondensation der Hydroxymethylphenole zu mehrkettigen Verbindungen sind lt. Literatur zwei Reaktionswege bekannt. Es können Dimethylenetherbrücken oder Methylenbrücken als spezifische Strukturen auftreten.



Lt. Literatur haben Modellreaktionen gezeigt, dass die ortho-Hydroxymethylgruppen lediglich mit Substituenten in para-Position reagieren. Daher entstehen keine ortho-ortho-Methylenbrücken.

Die Bildung der Dimethylenetherbrücken ist unter stark alkalischen Bedingungen nicht besonders ausgeprägt. Sie entstehen vorwiegend im neutralen oder im leicht sauren pH-Bereich und bei Temperaturen unter 130 °C.



Da die Resole selbstvernetzend sind, wird die Reaktion in der Praxis in einem relativ frühen Stadium abgeschlossen. Dadurch entstehen viskose, lösliche Harze (A-Zustand), die durch eine weitere Kondensation in nicht lösliche, aber noch quellbare Resitole (B-Zustand) überführt werden können.

Die vollständig vernetzten Materialien werden als Resite (C-Zustand) bezeichnet.

Weitere Faktoren, die einen wesentlichen Einfluß auf die Eigenschaften der entstehenden Phenolresole haben, sind:

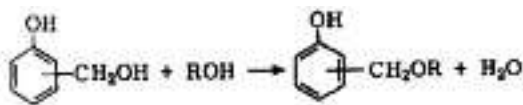
- Die Konzentration und der Typ des verwendeten Katalysators: Eine hohe Konzentration des eingesetzten Katalysators bewirkt einen schnellen Verbrauch der Reaktionspartner, eine Beschleunigung der Harzbildungsreaktion und eine entsprechende Verkürzung der Reaktionszeit.

- Das Molverhältnis im Reaktionseinsatz: Dieser Parameter hat einen Einfluss auf die Restmonomerkonzentration in den Harzpolymeren. Bei einem niedrigen Molverhältnis bleibt viel nicht umgesetztes Phenol zurück, das Formaldehyd hingegen wird fast vollständig verbraucht. Umgekehrt verbleiben bei einem Formaldehydüberschuss wenig Phenol und viel unreaktiver Formaldehyd übrig.

Resole, die noch Restmonomere enthalten, zeigen eine geringere Tendenz zur Methylenbrückenbildung als jene, die sich in einem fortgeschrittenen Reaktionsstadium befinden.

Eine entscheidende Stoffgröße ist die Vernetzungsdichte, die durch das Verhältnis von Methylenbrücken zu Phenolkernen im Harz berechnet wird. Ein hohes Molverhältnis bewirkt einen hohen Substitutionsgrad am Phenolkern, wodurch die Bildung von Methylenbrücken begünstigt wird.

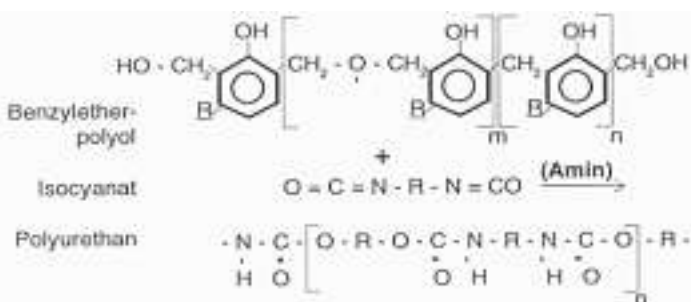
Zur Beeinflussung der Verträglichkeitseigenschaften kann der hydrophile Charakter der Resole durch Verätherung der Hydroxymethyl-Gruppe mit Alkoholen nach folgender Reaktionsgleichung verringert werden:



Die Fertigung von Phenolharzen kann mehrere getrennte Verfahrensstufen umfassen. Außer der Durchführung von Substitutions- und Kondensationsreaktionen zwischen Phenolen und Aldehyden, wobei beide Reaktionen gelegentlich zeitlich und räumlich getrennt und außerdem mit verschiedenen Katalysatoren durchgeführt werden, können Hydroxymethyl-Gruppen oder phenolische Hydroxyl-Gruppen veräthert und Reaktionen mit ungesättigten Verbindungen durchgeführt werden. Häufig werden die Harze, um die Reaktionsgeschwindigkeit zu erhöhen, unter Druck hergestellt oder durch Destillation unter Vakuum zu konzentrierten, emissionsarmen und wasserfreien Lösungen oder Festharzen aufgearbeitet.

5. Polyaddition (Vernetzung) des Phenol-Formaldehyd-Harzes mit Isocyanat

Dem PUR-Cold-Box-Verfahren liegt die chemische Polyadditionsreaktion (Vernetzung) zwischen speziellen Phenolharzen der Resolklasse, den sog. Benzylether-Harzen, und Polyisocyanat zum Polyurethan (PUR) zugrunde. Zur Reaktionsbeschleunigung wird Amin zugesetzt [1 bis 5, 7, 8, 10].



Wie allgemein bekannt, werden die Polyurethane fast ausschließlich durch Addition von Di- oder Polyhydroxyverbindungen an Di- oder Polyisocyanate hergestellt.

Die Anlagerung verläuft leicht und quantitativ. Isocyanate reagieren mit nahezu allen Verbindungen, die reaktionsfähige Wasserstoffatome tragen, wie beispielsweise Alkohole, Amine, Amide, Urethane und in diesem Fall mit Benzylether-Harzen.

Beim PUR-Cold-Box-Verfahren werden meistens aromatische Diisocyanate, in der Regel Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat (MDI), verwendet, da diese die Festigkeit des Bindergerüsts gewährleisten. Es reagiert mit Wasser unter Bildung eines substituierten Harnstoffs.

Die Umsetzungen verlaufen unter Wasserstoffverschiebung nach folgendem Schema:



X = OR, SR, NH₂, NHR, NR₂, NH-COR, N-(COR)₂, HC(COOR)₂ u.a.

Damit ergibt sich eine Fülle von Additionsmöglichkeiten, unter denen die Addition von Polyoxyverbindungen an Di- und Polyisocyanaten die größte Bedeutung besitzt.

Die Reaktionsfähigkeit der Isocyanatgruppe hängt weitgehend vom organischen Rest ab, mit dem sie verbunden ist. Am reaktionsträgen ist die an einem tertiären aliphatischen Kohlenstoffatom haftende Isocyanatgruppe. Die Reaktionsfähigkeit steigt an, wenn die Haftstelle ein sekundäres oder sogar primäres Kohlenstoffatom ist. Noch erheblich reaktionsfähiger sind jedoch die Isocyanate der aromatischen Reihe. Die Reaktionsgeschwindigkeit der verschiedenen Isocyanate macht sich auch bei der Polyaddition bemerkbar und wird durch Katalysatoren maßgeblich beeinflusst.

Dabei wirken Verbindungen mit sauren Eigenschaften, wie z.B. HCl, HF etc. oder H⁺-abspaltende Mittel, wie Säurechloride und Carbaminsäurechloride, verzögernd. Schon in geringen Mengen zugesetzt, sind derartige saure Katalysatoren in der Lage, die in den meisten Fällen mehr oder weniger quantitativ verlaufende Polyaddition erheblich zu verzögern oder bei größeren Katalysatormengen unvollständig verlaufen zu lassen. Oft jedoch bedient man sich geringer Mengen an verzögernden Substanzen, die die Polyaddition wenig beeinflussen, aber andererseits unerwünschte Nebenreaktionen, die infolge der großen Reaktionsfähigkeit der Isocyanatgruppe eintreten können und die Eigenschaften der Polyadditionsprodukte verschlechtern, zu unterbinden.

6. Amine als Katalysatoren

Als Katalysatoren dienen tertiäre Amine, wie Triethylamin, Dimethylisopropylamin, Dimethylpropylamin oder Dimethylethylamin, die entscheidend die Geschwindigkeit der Reaktion beeinflussen

[1 bis 5, 7, 8].

Die Amine werden als Gas oder Aerosol im Gemisch mit Luft, Stickstoff oder CO₂ mit einem Druck von 0,2 bis 2,0 bar durch den Kern eingeblasen. Das Amin wird danach mit erwärmter Luft aus dem Kern ausgetrieben (Spülen) und verlässt damit unverändert den Prozess.

Begasungszeit und Katalysatormenge sind im Wesentlichen von der Temperatur des Katalysators und des Sandes, von der Mischungszusammensetzung sowie von der Kerngestalt abhängig. Das zur Begasung verwendete Katalysatorgas wird in den üblichen Begasungsgeräten erzeugt und sollte so bemessen sein, dass ca. 0,05 – 0,2 g Katalysator pro 100 kg Sandmischung zum Einsatz kommen. Die jeweils optimale Katalysatormenge ist jedoch von Fall zu Fall empirisch zu ermitteln.

Das Aushärtegas (Katalysatorgas = Stickstoff-Amin- bzw. Pressluft-Amingemisch) und die Pressluft zum Nachspülen müssen absolut trocken sein.

Die verwendeten Kemschießmaschinen müssen abgesaugt werden und eine Abgasreinigung zwecks Aminentfernung ist unbedingt erforderlich.

Für die Entsorgung des verbrauchten Amingases bieten sich folgende Verfahren an:

1. Nachverbrennung (thermisch, katalytisch)
2. Neutralisation über Säurewäscher
3. Absorptionsverfahren, z.B. an Aktivkohle
4. Biologische Aufbereitung durch Mikroorganismen (Biofilter, Biowäscher)

7. Lösungsmittel

Um die Verdünnung und somit die Verarbeitbarkeit der Harze zu gewährleisten, werden beide Komponenten mit Lösungsmitteln versetzt. Derzeit werden hochsiedende aromatische und aliphatische Kohlenwasserstoffe, Ölsäure- und Pflanzenölester, Ketone u.a. ver-

wendet. Derartige Verbindungen sind hochsiedende Erdölfraktionen, Raps- und Leinölester, Isophoron, Butylglykol(di)acetat, Diisobutylphthalat etc. Der Anteil der Lösungsmittel beträgt etwa 30-35 % [2, 3, 5, 7, 8, 14].

Die verwendeten Lösemittel sind maßgebend für die chemische Zusammensetzung und die Menge der während des Abgusses entstehenden Pyrolyseprodukte (Gase).

Durch die Verwendung von Erdölfraktionen erhält man in den entstehenden Pyrolyseprodukten große Mengen von aromatischen Kohlenwasserstoffen, wie Benzol, Toluol und Xylol, kurz BTX genannt.

Durch die Verwendung von Pflanzenölestern als Lösemittel kann die BTX-Konzentration um bis zu 75 % reduziert werden. Ein zusätzlicher Effekt ist in diesem Fall die Geruchsreduktion während der Form- bzw. Kernherstellung und während des Giessens. Ein Ausdunsten und Verdampfen von Lösemitteln findet zwar statt, ist jedoch im Vergleich zu herkömmlichen Bindemitteln mit Erdölfraktionen als Lösemittel äußerst gering.

Als Nebeneffekt bringt der Einsatz von Pflanzenölestern als Lösemittel eine andere Einstufung laut ADR und Chemikaliengesetz mit sich: Derartige Harze werden nicht als Gefahrgut eingestuft und sind daher einfacher zu transportieren, zu lagern und handzuhaben.

8. Additive

Zusätzlich zu den Lösungsmitteln werden dem Harzsystem organofunktionelle Silane zugesetzt. Die Zugabe erfolgt in der Komponente A (Resolphenol). Diese Verbindungen dienen als Vernetzer und man erreicht damit wichtige Effekte wie, Verbesserung der Anfangs- und Endfestigkeit, Verringerung des Harzbedarfs und oft auch eine Verbesserung der Hydrostabilität. Die eingesetzte Silanmenge ist äußerst gering und beträgt etwa 0,002 Gew.-% des Sandes. **Bild 4** zeigt den Einfluss des Silans auf die Kernfestigkeit der PUR-Cold-Box-Harze [2, 3, 5, 7, 8, 9].

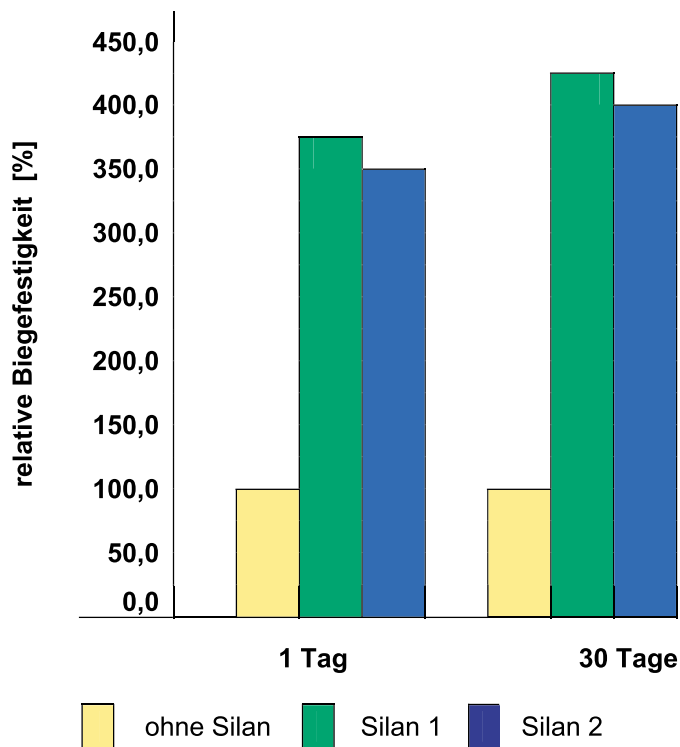


Bild 4: Einfluss des Silans auf die Kernfestigkeit der PUR-Cold-Box-Harze.

9. Emissionen und Geruch

Um den gestiegenen Umweltauforderungen gerecht zu werden, ist eine Vielzahl an Entwicklungen zur Vermeidung der Schadstoffemissionen und der Geruchbelastung vorgenommen worden [1, 2, 3, 5,

7, 8, 14]. Die Verringerung von freiem Phenol und Formaldehyd war der erste Schritt. Zur weiteren Schadstoff- und Geruchsreduktion war die Verwendung von Pflanzenölestern als Lösemittel und damit auch eine BTX-Reduktion (Emission von aromatischen Kohlenwasserstoffen) während der Form- bzw. Kernherstellung und während des Giessens erforderlich.

Diese Maßnahmen führten zur Herstellung von emissions- und geruchsreduzierten PUR-Cold-Box-Systemen ohne aromatische Kohlenwasserstoffe und mit einem Gehalt an freiem Phenol von ca. 2 % und freiem Formaldehyd unter 1 %.

Es soll erwähnt werden, dass speziell Gerüche sich von den Menschen als angenehm oder unangenehm definieren lassen. Da jedoch das Geruchsempfinden verschiedener Personen unterschiedlich ausgeprägt ist, bedeutet dies für jede Person ein unterschiedliches Maß an Belästigung oder Wohlempfinden.

Die Erfassung und Beurteilung der Wirkung von Gerüchen auf den Menschen und die dadurch hervorgerufenen Sinnesempfindungen erfolgt mittels der Olfaktometrie. Vereinfacht betrachtet wird eine Reihe von Probanden vorerst auf eine bestimmte Menge eines Kalibrierstoffes (Schwefelwasserstoff) „geeicht“ und anschließend dem zu beurteilenden Geruchsstoff in unterschiedlicher Verdünnung ausgesetzt. Als Ergebnis erhält man eine Beurteilung der Geruchsmenge in Geruchseinheiten pro Kubikmeter (GE/m³). Ein zusätzliches Kriterium ist die Hedonik eines Geruchs. Sie definiert die Art des Geruchs, zum Beispiel empfinden die meisten Menschen Parfüm als wohlriechend, faule Eier als Gestank. Somit ist eine eindeutige Zuordnung in wohlriechende und unangenehm riechende Substanzen kaum möglich. Zudem kann ständiger „Wohlgeruch“ ebenfalls zur Belästigung werden. Es gilt daher vorerst den Geruch ohne Rücksicht auf die Hedonik zu reduzieren.

Die Quellen für die Emissions- und Geruchsbelastung in der Gießerei sind vielfältig. Im Detail darauf einzugehen würde an dieser Stelle den Rahmen sprengen und deshalb seien hier nur zwei Hauptverursacher als Beispiele genannt:

- der Gießprozess und die Aufbereitung der dafür erforderlichen Materialien.
- der Eigengeruch der eingesetzten Rohmaterialien und speziell der Harze.

In vielen Detailbereichen wird bereits intensiv und durchaus erfolgreich an der Vermeidung von Emissionen und Gerüchen gearbeitet. All diese Bemühungen zielen darauf ab, vorerst die größten Quellen zu beseitigen oder die Menge zu reduzieren.

Eine dabei bisher vernachlässigte Quelle für Schadstoffemissionen und Gerüche ist die Kernfertigung. Oftmals ist dieser Prozess in relativ schlecht belüfteten Räumlichkeiten untergebracht und stellt für die Mitarbeiter eine ständige Geruchsbelastung dar.

In der Kernmacherei ist grundsätzlich das als Katalysator eingesetzte Amin der bei weitem unangenehmste Geruch. Zwar wird der Katalysator in den Kemschießmaschinen meist vollständig abgesaugt und einem Aminwäscher zugeführt, jedoch die niedrige Geruchsschwelle der verschiedenen Katalysatoren im Zusammenhang mit der unangenehmen Hedonik („Fischgeruch“) führen dazu, dass auch das ausgasende Amin von den gelagerten Kernen zu einer deutlichen Geruchsbeaufschlagung der Umgebungsluft in der Kernmacherei oder im Kernlager führt. Gerade diese geringe Geruchsschwelle im Zusammenhang mit der spezifischen Hedonik erleichtert aber den Nachweis von Aminresten in der Umgebungsluft, auch ohne messtechnische Vorrichtungen.

Als weitere Quelle kommt der Eigengeruch des Harz-Systems in Frage. Der Verzicht auf aromatische Kohlenwasserstoffe, und in weiterer Folge auf niedrig siedende Lösemittel, verringert zum einen die Schadstoffemissionen und führt dadurch zu einer deutlich geringeren Geruchsbelastung beim Mischen (Ausdampfen der aromatischen Kohlenwasserstoffe) und Lagern der Kerne bzw. später beim Giessen.

Kommt eine Kernschlichte zur Anwendung, ist natürlich der Einsatz von Wasserschlichte zu forcieren. Die Geruchsbelastung durch die Verwendung einer Alkoholschlichte (Isopropylalkohol) ist natürlich deutlich höher als bei einer Wasserschlichte.

10. Aktuelle Entwicklungen der Fa. Furtenbach GmbH im Bereich der PUR-Cold-Box-Harze

Um den gestellten Anforderungen des Marktes gerecht zu werden, müssen wir laufend die vorhandenen Produkte verbessern bzw. ganz neue Harze entwickeln. Aus diesem Grund wurde in den letzten Jahren der Bereich der Cold-Box-Entwicklung in unserem Unternehmen umstrukturiert und verstärkt.

Zusätzlich wurde die Zusammenarbeit mit dem Institut für Chemische Technologie Organischer Stoffe (ICTOS) der Technischen Universität in Graz intensiviert und ausgebaut. Bei allen Entwicklungsprojekten im Harzbereich sind die Institutsangehörigen als wissenschaftliche Berater eingebunden. Die erforderliche Analytik für die Entwicklungsprojekte wird am ICTOS durchgeführt [9, 11 bis 15].

Die vom Markt gestellten Aufgaben werden von unserem Entwicklungsteam gezielt und systematisch analysiert. In weiterer Folge wird ein detailliertes Anforderungsprofil des neuen Produktes (Pflichtenheft) erstellt. Dazu sind ein fundiertes chemisches, physikalisches, verfahrenstechnisches und metallurgisches Wissen bzw. ausreichende Erfahrung absolute Voraussetzungen, die den Erfolg der neuen Entwicklung garantieren. Mit Hilfe einer Literaturstudie werden die theoretischen Grundlagen für die gestellte Aufgabe ausgearbeitet. Das Endergebnis dieser Studie ist die Erstellung einer Hypothese, mit der die Problemlösung theoretisch beschrieben wird.

10.1 Entwicklungen von neuen PUR-Cold-Box-Harzen

Von März 2004 bis Juni 2005 hat die Fa. Furtenbach ein von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft GmbH (FFG) und dem Land Niederösterreich gefördertes Projekt zur Entwicklung und Herstellung von neuen PUR-Cold-Box-Harzen erfolgreich durchgeführt.

Ziel dieses Projektes war die Entwicklung eines modernen PUR-Cold-Box-Systems, welches die vom Markt gestellten Anforderungen zur Gänze erfüllt.

Unser Entwicklungsteam hat die Meinung vertreten, dass die Qualität des neu entwickelten PUR-Cold-Box-Systems von der chemischen Struktur und den Eigenschaften des Resol-Phenolharzes abhängig ist. Zur Herstellung dieses Harzes bzw. zur Erreichung der Projektziele war eine genaue Definition und Berechnung der Reaktionskinetik für die Kondensation unbedingt erforderlich.

Dies konnte durch die Bestimmung des Einflusses der verschiedenen Kondensationsparameter, wie Molverhältnis Phenol zu Formaldehyd, Katalysatortyp und Katalysatormenge sowie Kondensationszeit und Temperatur erreicht werden.

Die in diesem Fall gestellten Fragen waren:

- welche chemische Struktur soll das Endprodukt der Kondensation überwiegend aufweisen, um bestimmte Eigenschaften zu besitzen.
- welche reaktionstechnischen Möglichkeiten ergeben sich, um die Reaktionskinetik der Kondensation bzw. die chemische Struktur des Harzes zu steuern?
- kann man durch eine entsprechende Reaktionsführung während der Kondensation überhaupt eine bestimmte chemische Struktur des Harzes erreichen?

Die Beantwortung dieser Fragen hat zur Entwicklung der zwei neuen hochqualitativen PUR-Cold-Box-Systeme „Friodur 050“ und „Friodur 060“ mit folgenden Qualitätsmerkmalen geführt:

- hohe Reaktivität
- lange Haltbarkeit und Verarbeitungszeit (bench life) der Sandmischung über mehrere Stunden
- sehr kleine Konzentration an Monomeren (freies Phenol und freies Formaldehyd)
- extrem reduzierte Emissions- und Geruchsbelastung
- hohe Trennwirkung im Kernkasten

- glatte Oberfläche der Kerne und Formen. Mit dem System „Friodur 060“ ist sogar ab einer bestimmten Harzmenge ein Schlichten bei fast allen Kerntypen nicht mehr erforderlich
- sehr hohes Fließverhalten der Sandmischung auch nach mehreren Stunden und somit eine optimale Verdichtung auch an unzugänglichen Stellen einer Form
- unempfindlich gegenüber pH-Wert-Schwankungen und Verunreinigungen des verwendeten Sandes, wie z.B. Huminsäure. Saure Sande mit einem pH-Wert von 3,5 liefern ähnlich hohe Festigkeitswerte, wie ein Sand mit einem pH-Wert von 8,5.
- hohe Anfangs- und Endfestigkeit
- hohe Elastizität bzw. Flexibilität
- hohe thermische Beständigkeit (Thermostabilität) beim Eisen- und Buntmetallguss.

Eine Modifizierung und Optimierung der Harze für den Leichtmetallguss ist zur Zeit in Arbeit

- extrem hohe Stabilität gegenüber Wasserschichten und Luftfeuchtigkeit (Hydrostabilität)
- Reduzierung der Gasmenge bzw. reduzierter und kontrollierter Gasstoß durch die Verwendung von nur zwei Lösemitteln auf Basis von hoch siedenden Pflanzenestern.

Über die Reduzierung des Aminverbrauchs und die Vermeidung von Blattrippen liegen durchaus positive Ergebnisse vor, eine Verifizierung kann jedoch über einen längeren Zeitraum mit Messungen und statistischen Auswertungen erfolgen.

Über die genauen Messergebnisse und die Auswertungen betreffend die Qualitätsmerkmale dieser PUR-Cold-Box-Systeme wird zu einem späteren Zeitpunkt berichtet.

Es soll jedoch erwähnt werden, dass es mit Hilfe dieses strategisch durchdachten und zielorientierten Entwicklungsprojektes unserem Unternehmen gelungen ist, zwei neue PUR-Cold-Box-Systeme zu entwickeln, welche der Bezeichnung „die besten derzeit am Markt angebotenen Produkte“ (Kundenaussagen nach den anwendungstechnischen Versuchen) gerecht werden.

Die neu entwickelten Harze gehören zu den modernen PUR-Cold-Box-Systemen, die den Anforderungen der modernen Gießereitechnik und speziell der Hauptanwender in der Autoindustrie entsprechen und sowohl dem Hersteller als auch den Kunden Vorteile bieten.

Durch die fachliche Kompetenz und die langjährige Erfahrung unseres Entwicklungsteams in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Chemische Technologie Organischer Stoffe der Technischen Universität in Graz, konnten die Projektziele nicht nur erreicht, sondern übertroffen werden.

10.2 Reduzierung der Emission und des Geruches bei den von Furtenbach bisher angebotenen PUR-Cold-Box-Harzen

Die Schritte zur Reduzierung der Schadstoffemissionen und des Geruches bei den bisher angebotenen Harzen waren:

- eine Optimierung der Reaktionsprozesse zur Reduzierung der Monomerkonzentration
- die Verwendung von Pflanzenölestern als Lösemittel, um eine BTX-Reduktion (Emission von aromatischen Kohlenwasserstoffen) während der Form- bzw. Kernherstellung und des Giessens zu erreichen
- die chemische Umwandlung des Amins (Salzbildungsreaktion) mittels ätherischer Öle.

Der letzte Schritt ist eine nicht weit verbreitete Möglichkeit, um Gerüche zu reduzieren. Dies wird durch die Zerstörung oder die Umwandlung des Geruchstoffes erreicht. In diesem speziellen Falle gilt es, das Amin chemisch zu binden und in eine Zustandsform zu überführen, die nicht in die Umgebungsluft gelangen kann. Genutzt wird die chemische Reaktion bestimmter ätherischer Öle (Absorber) mit Amin (Salzbildungsreaktion).

Es ist möglich, die ätherischen Öle als feinstes Aerosol in der Raumluft zu verteilen. Da auch diese Absorbersubstanz einen Eigengeruch aufweist, ist eine korrekte Dosierung und Luftumwälzung Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Anwendung. Dies ist jedoch mit einem zusätzlichen maschinellen Aufwand (Ventilatoren zur Umluftzirkulation und Einbringen des Absorbers) verbunden, und bringt bei schwankender Auslastung der Kermacherei und ständigem Wechsel der Produktpalette oft nicht den gewünschten Erfolg.

Zudem ist das Einsprühen von Substanzen in die Atemluft immer mit dem Risiko etwaiger Langzeitschäden für den Menschen verbunden, die erst sehr (zu)spät festzustellen sind. Zusätzlich stellt sich die Frage, was mit der gebildeten Salzverbindung in der Atemluft bei Aufnahme durch Personen passiert. Bekannt ist, dass ätherische Öle beim Einatmen zu Reizungen und allergischen Reaktion in den Atemwegen führen können.

Es lag daher nahe, einen geeigneten Absorber zu finden und diesen direkt in ein Harzsystem einzubauen. Die Salzbildungsreaktion läuft im Kern ab und somit ist eine Belastung der Mitarbeiter durch die Absorbersubstanz oder das gebildete Salz ausgeschlossen.

Grundvoraussetzung für den Einsatz dieser Methode zur Geruchsreduktion ist, dass der Absorber keinen Einfluss auf die Eigenschaften des Bindersystems ausübt und in genügender Menge bzw. gleich bleibender Qualität am Markt bezogen werden kann.

Nach Auswahl des geeigneten Stoffes und leichten Anpassungen des Harzsystems, konnte bereits von unserem Unternehmen ein derartiger Absorber direkt dem Harz zugesetzt werden.

Die Untersuchungsergebnisse aus der Praxis zeigten nicht nur eine Reduktion der Geruchsintensität (GE/m^3), sondern auch eine völlig andere Hedonik. Nach der Absorberzugabe war der typische „Fischgeruch“ des Amins nicht mehr wahrnehmbar und nur der Harzgrundgeruch festzustellen.

Da diese Methode kostenintensiv ist, sollte man auf die richtige und optimale Dosierung des Absorbers achten. Eine Überdosierung führt zu keiner weiteren Geruchsreduktion, sondern nur zu höheren Kosten. Es ist daher entscheidend, die Absorbiermenge auf die zu erwartende Aminkonzentration im Kern abzustimmen. Bei stark wechselnden Fertigungsbedingungen und/oder Kerngeometrien ist ein Optimum zwischen Effektivität und Kostenaufwand (Absorberkonzentration im Harz) zu finden.

10. Literatur

- [1] Ullmans Enzyklopädie der technischen Chemie. Band 18; 4., Neubearbeitete und erweiterte Auflage. Verlag Chemie (1979).
- [2] A. Gardziella, H.-G. Haub: „Phenolharze“ („Phenolic Resins“), in Becker/Braun, „Kunststoff-Handbuch“, Vol. 10 Duroplaste. Hanser Verlag (1988).

- [3] A. Gardziella; L. A. Pilato; A. Knop: Phenolic Resin. 2nd Edition. Springer Verlag (2000).
- [4] H. Herlinger; M. Hoffmann, E. Husemann et al. „Methoden der Organischen Chemie“. (Houben-Weyl), Teil 2 „Makromolekulare Stoffe“. Georg Thieme Verlag (1963).
- [5] A. Gardziella: Duroplastische Harze, Formmassen und Werkstoffe. Expert Verlag (1999).
- [6] G. W. Becker; D. Braun: Kunststoff-Handbuch: Duroplaste. Hanser Verlag (1988).
- [7] Bakelite Handbook, „Technical Phenolic Resins of Bakelite GmbH“.
- [8] A. Knop, L.A. Pilato: „Phenolic Resins“. Springer Verlag (1985).
- [9] VDG-Merkblatt (Verein Deutscher Gießereifachleute), P 73 (02/1996). „Bindemittelprüfung“.
- [10] J. Scheiber: Chemie und Technologie der künstlichen Harze. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH (1961).
- [11] M. Schrod: „Neue Methoden zur Synthese und Analyse von Phenol-Formaldehyd-Harzen“. Dissertation an der TU-Darmstadt (2002).
- [12] M. Carrott; G. Davidson: "Separation und Charakterisation of phenol-formaldehyde (resol) prepolymers using packed-column supercritical fluid chromatography with APCI massspectrometric detection". Analyst 1999, 124, 993 – 997.
- [13] VDG-Merkblatt (Verein Deutscher Gießereifachleute), R 303 (01/1998). „Kalthärtende Formverfahren mit Phenolharz“.
- [14] H. J. Bradke; H. Hansonis-Jouleh: Industrieverband Giesserei Chemie e.V. Untersuchungen zur umweltrelevanten Beurteilung von Formstoffen für die Form- und Kernherstellung in Gießereien. Teil III. Köln (1980).
- [15] E. Flemming; W. Tilch: Formstoffe und Formverfahren. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig (1993).

Danksagung

Die Autoren danken im Namen der Fa. Furtenbach GmbH der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft GmbH und dem Land Niederösterreich für die Projektförderung. Dadurch wurde die Projektdurchführung ermöglicht und erleichtert.

Der Dank der Autoren gilt auch unseren Entwicklungspartnern Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Franz Stelzer, Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Saf, Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Wolfgang Kern, Dipl.-Ing. Dr. Christian Slugovc und den Mitarbeitern des Institutes für Chemische Technologie Organischer Stoffe der Technischen Universität in Graz.

Durch Ihre wertvolle Beratung, interessanten Anregungen, konstruktive und kollegiale Zusammenarbeit konnten die Projektziele nicht nur erreicht, sondern übertroffen werden.

Kontaktadresse:

Furtenbach GMBH, A-2700 Wiener Neustadt
Neunkirchner Straße 88
Tel.: +43 (0) 2622 64200 60, Fax: +43 (0)2622 64200 69
E-mail: a.psimenos@furtenbach.com, www.furtenbach.com

voestalpine
GIesserei TRAISEN GMBH

Tagungsrückschau

45. Slowenische Gießereitagung in Portoroz

Nach dem schon traditionellen Empfang im Rathaus des benachbarten Hafenstädtchens Piran am Vorabend der Tagung begingen die slowenischen Gießereifachleute und ihre Gäste am 15. und 16. September 2005 ihre 45. Gießereitagung im Convention Center des Hotels Slovenija in der Adriastadt Portoroz.

Rd. 250 Gießereifachleute aus Praxis und Wissenschaft, davon 118 aus 18 Ländern waren zu dieser international besuchten Veranstaltung gekommen, um sich über aktuelle Neuigkeiten auf dem Gießereisektor zu informieren, selbst zu berichten und mit Kollegen Erfahrungsaustausch zu pflegen.

Frau Mag. Mirjam Jan-Blazic, die in Nachfolge von Prof. Dr. Milan Tribizan neugewählte Präsidentin des Vereins Slowenischer Gießereifachleute Drustvo Livarjev Slovenije hieß die Teilnehmer willkommen und eröffnete die Tagung.



DLS-Präsidentin Mag. Mirjam Jan-Blazic eröffnet die 45. Slowenische Gießereitagung.

Es folgten 6 Plenarvorträge (in Englischer Sprache) über die Situation der slowenischen sowie auch der serbischen und montenegrinischen Gießereiindustrie im vergangenen Jahr, über den Weg einer mittleren Gießerei zur Internationalisierung, über Kornfeinung von Al-Legierungen, über Oxidationsverhalten von Bentonitsanden, über Magnesiumguss für die Luftfahrt sowie über Temperaturfeldanalysen an erstarrender Keramik.

Der Nachmittag war in getrennten Sitzungen Gusseisenwerkstoffen und Gießertechnologie (7 Vorträge) und Nichteisenmetall-Legierungen (6 Vorträge) gewidmet. Am 2. Veranstaltungstag wurden im Eisen- und im NE-Metall-Bereich je 9 Vorträge angeboten.

Drei österreichische Beiträge kamen von Univ.Prof.Dr. P. Schumacher (MUL/ÖGI): „Microstructural Control by Grain Refinement“, von Dipl.-Ing. R. Hanus (VA Giesserei Linz GmbH): „A new Cast Steel Grade of advanced 9-10% Cr Steel is born“ und von Dipl.-Ing. A. Kralj, Ing. G. Trenda u. Ing. F. Brandl (Salzburger Aluminium AG): „New De-



velopment Tendences in Alloys for Chill Casting and Die Casting“. Die insgesamt 37 Vorträge (davon 22 aus 11 weiteren Ländern: A / BIH / CZ / D / F / HR / N / PL / Serbien u. Montenegro / SF / SK) sind als Kurzauszüge in einem Tagungsband (80 Seiten DIN A 4) mit inkludierter CD-ROM (198 MB mit 37 teils englischsprachigen Vollbeiträgen) enthalten.

Zulieferfirmen aus 9 Ländern präsentierten ihr Angebot in einer eindrucksvollen Ausstellung und boten Gelegenheit zu vielen informativen Diskussionen.



DI R. Hanus (ganz oben) und Univ.-Prof. Dr. P. Schumacher (oben) referieren die österreichischen Beiträge.

Die slowenische Gießereiindustrie beschäftigte im Jahre 2004 rd. 4.000 Mitarbeiter in 62 Gießereien.

Der Jahresumsatz 2004 betrug rd. 65 Mrd. SIT (rd. 270 Mio €) bei einem Exportanteil von 70 %.

Die produzierten Mengen waren: 76.000 t Grauguss (+ 12 % gegenüber 2003), 23.000 t Gusseisen mit Kugelgraphit (+ 11 %), 22.000 t Stahlguss (+ 3 %), 4.500 t Temperguss (+ 3 %), 30.180 t LM-Guss (+ 10 %) und 6.700 t anderer NE-Metall-Guss (+ 7 %).

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

42. Gießereitagung der Tschechischen Gießer in Brünn

Am 20. und 21. September 2005 hielt die Czech Foundrymen Society CFS zusammen mit der Faculty of Mechanical Engineering der TU Brünn, der Association of Foundries of the Czech Republic und dem Foundry Engineering College, Brno, ihre 42. Gießereitagung ab. Die mit einer umfangreichen Ausstellung verbundene Tagung im Continental-Hotel im Zentrum der tschechischen Metallurgie-Hauptstadt Brünn wurde von CFS-Vizepräsident Doz. Dr.-Ing. Milan Horacek mit einer Ehrung verdienstvoller Persönlichkeiten eingeleitet und eröffnet.

In der von Dozent M. Horacek präsierten vormittäglichen Plenarveranstaltung hielten namhafte Persönlichkeiten 7 Übersichtsreferate zu nachstehenden Themen, die simultan ins Englische übersetzt wurden und die in der tschechischen Gießerei-Fachzeitschrift „slevarenstvi“ Nr. 9 / 2005 (in tschechischer Sprache) veröffentlicht sind.

CFS-Präsident Ing. Jan Slajs berichtete über „Prospects of Czech Foundrymen's Society Activities“, Ing. Ivo Zizka, Präsident der Association of Foundries of the Czech Republic gab einen Überblick zu



CFS-Vizepräsident Dozent Dr.-Ing. Milan Horacek heißt die Tagungsteilnehmer willkommen.



Blick ins gut besetzte internationale Auditorium.

"Foundry Industry in the Czech Republik – a Year later – and what will be on?", Prof. Dr.-Ing. Karoly Bako / Ungarn, derzeitiger Präsident der MEGI (der mitteleuropäischen Gießerei-Initiative), gab Anregungen und Denkanstöße zum Thema "A Role of MEGI in Development of Foundry Industry in the Central European Region", Ing. Jiri Sevcik vom Foundry Engineering College Brno thematisierte die „New Strategy in Education – Emphasis on Participation of Firms at Education and Training of young Specialists“. Dozent Dr.-Ing. Vlastislav Otahal, Metallguss- und Gießereiberater, Brno, referierte über "World Foundry Industry and the Potential of Supplies to Industrial Branches", Doz. Dr.-Ing. Vaclav Kafka von Racio & Racio, Orlova, gab eine "Economic View on the present Situation in Czech Foundries or the View in the own Ranks" und M. Polesak von der CSOB Bank sprach zu "Possibilities of Financing of small and medium Firms by Means of Products of the CSOB Group".

Es folgten 4 Vorträge ausländischer Gastreferenten zu Entwicklungsrichtungen der Gießereiindustrie und der Gusswerkstoffe (Virtualisation der Gießertechnologie, Gusseisen mit Vermiculargrafit und dünnwandiges Gusseisen mit Kugelgrafit).

Der Nachmittag und der zweite Tagungstag waren zweigeteilt: neben 14 kommerziellen Präsentationen von ausstellenden Firmen wurden in 4 Sitzungen insgesamt 30 wissenschaftliche Präsentationen und Forschungsergebnisse von Postgraduierten in- und ausländischer Universitäten und Forschungseinrichtungen aus den MEGI-Ländern in Kurzberichten zur Diskussion gestellt.

Die Veranstalter hoffen, dass dieser erste Versuch, jungen Wissenschaftlern ein Diskussionsforum mit Praktikern auf internationaler Ebene zu bieten, erfolgreich angenommen und auch in anderen Ländern innerhalb der MEGI aufgegriffen wird.

Nachstehende Themen wurden zur Diskussion gestellt:

Inoculation of pure aluminium structure with Ti+B addition in impulse magnetic field / Recent developments in grain-refinement of ZnAl-based alloys and composites / Evaluation of carburization with different methods in spheroidal graphite iron production effectiveness / Coating of castings with a metal component of the mould coat / Plaster mixtures based on CaSO₄ anhydrite / Design of gating systems for the technology of in-mould modification / Influence of annealing on ultrasonic testing of iron castings / Checking up a possibility of manufacture of moulds from dispersed moulding sands by the patternless moulding method / Study of interfacial heat transfer coefficient between metal mould and Al alloy casting / The Simulation of dimension accurate manufacturing of automotive iron castings / A contribution to the necessary improvements of simulation tools for light metal die-casting concerning the heat transfer / Optimization of

heat treatment of a casting from Al alloy with the aim to reduce the costs of production / Study of influence of the cooling rate on structure and mechanical properties of Al alloys /

Influencing the aluminium alloy structure / The application of die materials with different heat conductivity at high pressure die casting / The effect of intermetallic phases at casting of cylinder heads / Heat transfer during the cavity filling in die casting process and the possibilities to influence it / Influencing the quality of a metal coat on a casting by the drying time of the sprayed layer with a metal component / Influence of carbon and silicon activities on inoculation efficiency / Continuous modification of cast iron – a reaction chamber / Dependence of mechanical properties of ADI cast iron on chemical composition and heat treatment conditions / Influence of melt oxidation on cast iron properties / Abrasion resistant cast iron alloyed with Ti and V / Reoxidation of carbon steel during pouring in a bentonite green-sand mould / The reclamation of foundry sands with synthetic resin / New oxidation technologies of bentonite sand treatment / Combined efforts of Czech foundries in cost reduction of liquid phase manufacture / Problems of cost evaluation in liquid phase treatment on melting units and secondary metallurgy equipment / Possibilities of use the expert systems in foundry industry during melting of liquid phase / Chosen aspects of casting technology of magnesium alloys

Vollbeiträge dieser wissenschaftlichen Präsentationen sind in tschechischer und englischer Sprache im PDF-Format auf einer CD-Rom mit 48-seitigem Begleitbüchlein mit zweisprachigen Abstracts bei der CFS erhältlich.

Die Veranstaltung war mit rd. 230 Teilnehmern aus 7 Ländern gut besucht und 28 Zulieferfirmen nutzten die Gelegenheit zur Präsentation ihrer Produkte und Dienstleistungen.

Die tschechische Gießereiindustrie beschäftigte im Jahre 2004 rd. 23.000 Mitarbeiter in rd. 130 Gießereien. Der Jahresumsatz 2004 betrug rd. 950 Mio €.

Die produzierten Mengen waren: 334.000 t Grauguss, 61.000 t Gusseisen mit Kugelgrafit, 109.000 t Stahlguss, 75.000 t LM-Guss, 900 t SM-Guss.

Kontaktadresse:

Ceska Slevarenska Spolecnost (Czech Foundrymen Society)
CZ-657 34 Brno, Divadelni 6, p.s. 134, Tel./Fax: +420 542 214 481
E-Mail: slevarenska@volny.cz, www.slevarenska.cz



Mitteilung des CAEF – The European Foundry Association

Die europäische Gießerei-Industrie 2004

The European Foundry Industry in 2004



Dr. Klaus Urvat

Hauptgeschäftsführer und Mitglied des Präsidiums des Deutschen Gießereiverbandes, Generalsekretär des CAEF – The European Foundry Association

Dipl.-Hdl. (Handelslehrer) Heiko Lickfett

war zuerst Referent in der Abteilung Wirtschaftspolitik der Wirtschaftsvereinigung Stahl und ist seit 1991 Mitarbeiter des Deutschen Gießereiverbandes mit dem Zuständigkeitsbereich für die Referate Informationswesen und Statistik, Marktanalysen und Volkswirtschaft sowie Öffentlichkeitsarbeit. 2005 wurde er zum Geschäftsführer des DGV Fachverbandes Duktiles Gusseisen bestellt.



nominell lediglich Griechenland und Irland mit +4,0 % bzw. +5,5 % mithalten. Die großen EU-Staaten Deutschland, Frankreich, Großbritannien sowie Italien konnten demgegenüber lediglich mit einer Ausweitung der wirtschaftlichen Tätigkeit zwischen 1,3 % in Italien, 1,8 % in Deutschland, 2,2 % in Frankreich sowie 3,2 % in Großbritannien aufwarten. Von den kleineren Alt-Mitgliedern der EU können lediglich Schweden (+3,5 %), Finnland (+3,1 %), Belgien (+2,7 %), Spanien (+2,6 %) und Dänemark mit 2,3 % nennenswerte Steigerungsraten auf sich vereinen. Im Euro-Raum trugen privater und öffentlicher Konsum mit einem Anstieg um 1,1 bzw. 1,4 % nur unterdurchschnittlich zum Wirtschaftswachstum bei. Positiv entwickelten sich die Bruttoanlageninvestitionen, unter Berücksichtigung der Ausrüstung und sonstiger Anlagen, (+2,6 %). Die Bauinvestitionen verharteten demgegenüber mit +0,5 % geringfügig über dem Niveau von 2003. Am dynamischsten zeigte sich der Außenhandel. Die Exporte aus dem Euro-Raum stiegen um 6,2 %, wohingegen die Importe sogar um 6,5 % zulegten. Dies trifft auch auf die Alt-Mitglieder der EU außerhalb des Euro-Raums zu. Allerdings konnten die Ausfuhren aus Großbritannien lediglich um 2,1 % angehoben werden. Die wirtschaftliche Entwicklung bei den EU-Neumitgliedern war zum einen von einer sehr dynamischen Entwicklung des privaten Verbrauchs geprägt. Zum anderen schlugen sich hier auch positiv die Anlageinvestitionen nieder. Allein in Ungarn, Litauen sowie Lettland stiegen die Investitionen zwischen 11 und 20 %. Der geringste Investitionsanstieg war in Polen mit knapp 4 % zu verzeichnen. Der öffentliche Verbrauch zeigte sich demgegenüber insbesondere in Polen, Tschechien und Ungarn geringer als im Vorjahr. Auch der Außenhandel entwickelte sich bei den EU-Neumitgliedern positiv. Mit knapp 5 % Anstieg bei den Exporten war für Litauen die geringste Dynamik zu verzeichnen. Bei den anderen Ländern legten die Warenausfuhren zwischen 7 und 20 % zu. Auch die Importe erreichten mit Ausnahme der polnischen Einfuhren einen zweistelligen Anstieg im Vorjahresvergleich.

Gesamtwirtschaft und Gussabnehmer

Gesamtwirtschaftliche Lage

Die konjunkturelle Entwicklung in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU 25) war von einem Anstieg des Bruttoinlandsprodukts im Vergleich zu 2003 um 2,4 % geprägt. Wie im Vorjahr fiel das Wachstum in den Euroländern mit 2,0 % geringer aus als bei den EU-Neumitgliedern sowie den EU-Altmitgliedern außerhalb des Euro-Raums. Die höchsten Zuwachsraten waren in Lettland (+8,5 %), Litauen (+6,6 %) sowie Estland (+6,2 %) und Polen (+5,4 %) zu verbuchen. In Ungarn, Tschechien, Slowenien und der Slowakei lagen die Steigerungsraten gegenüber dem Vorjahr zwischen 3 1/2 und 4 1/2 %. Von den Alt-EU-Mitgliedern können rein

Land	Gewichtung(1)	Bruttoinlandsprodukt (2)		Verbraucherpreise (2)		Bruttostundenverdienste (3)	
		Wachstumsraten in %		Anstieg in %		Anstieg in %	
		2003	2004	2003	2004	2003	2004
Austria	2.2	0.9	2.0	1.3	2.0	3.3	
Belgium	2.7	1.1	2.7	1.4	2.4		
Czech Republic	0.8	2.9	4.0	-0.1	2.7		
Denmark	1.9	0.4	2.0	1.9	1.1	1.3	
Finland	1.3	1.9	3.7	1.3	0.9	3.9	
France	15.6	0.5	2.5	2.2	1.5	0.0	
Germany	21.8	-0.1	1.6	1.0	1.6	2.8	
Great Britain	17.2	2.2	3.1	1.4	1.3		
Hungary	0.8	2.9	4.0	4.7	7.6		
Italy	12.9	0.4	1.2	2.8	2.2	3.1	
Lithuania	0.3	9.0	6.7	-1.0	0.8		
The Netherlands	4.6	-0.7	1.3	2.2	1.3	3.3	
Norway	2.2	0.3	3.3	2.5	0.5	-2.6	
Poland	1.9	3.8	5.3	0.7	3.3		
Portugal	1.3	-1.3	1.0	3.3	2.4	2.1	
Spain	7.0	2.4	2.7	3.1	3.0	6.3	
Sweden	2.7	1.6	3.5	2.3	21.2	3.5	
Switzerland	3.0	-0.5	1.5	0.6	0.4	-1.8	
CAEF	100.0	0.9	2.3	1.8	1.7	2.3	

(1) In % des BIP (lfd. Preise); (2) Quelle: DIW, Berlin; (3) Quelle: Gesamtmetall

Die Wirtschaftslage in den Hauptabnehmerbereichen von Guss

Der Fahrzeugbau stellt in Europa unverändert eine der wesentlichen Konjunkturstützen dar. In 2004 legte der Pkw-Absatz in der EU 25 um 2 % auf 14,9 Mio. Einheiten zu. Demgegenüber zeigte sich das Wachstum auf dem europäischen Nutzfahrzeugsektor mit +9 % auf knapp 2,3 Mio. Einheiten deutlich dynamischer. In den alten EU-Ländern waren die höchsten Pkw-Neuzulassungsraten für Dänemark (+25 %), Spanien (+10 %) sowie Belgien (+6 %) zu verbuchen. In den neuen EU-Ländern wurde das 2003er Ergebnis um 5 % verfehlt. Allein in Polen wurden um 11 % weniger Pkw zugelassen. Auf den großen westeuropäischen Absatzmärkten wurde lediglich auf dem deutschen und italienischen Markt mit einem Anstieg von 0,9 bzw. 0,5 % ein Zuwachs verbucht. In Frankreich konnte lediglich das Vorjahresniveau gehalten werden. Rückläufig zeigten sich die Neuzulassungen in Großbritannien und den Niederlanden. Das starke europäische Wachstum auf dem Nutzfahrzeugsektor verteilt sich gleichmäßig über schwere und leichte Lkw. Stärker noch legte der Absatz in den osteuropäischen Staaten zu (+26 %). Allerdings machen die Volumina hier lediglich ein Drittel des westeuropäischen Marktes aus.

Dank weltweit boomender Investitionsgüternachfrage entwickelte sich in 2004 auch der europäische Maschinenbau positiv. Unverändert stellt Europa im Maschinenbau den Fertigungsstandort Nummer eins dar. Das Produktionsvolumen erreichte 430 Mrd. Euro. Rund 70 % der europäischen Maschinenfertigung entfallen auf Deutschland, Italien, Frankreich sowie Großbritannien. In den neuen EU-Mitgliedstaaten werden bislang lediglich 3 % der europäischen Maschinenproduktion realisiert. Die höchsten Wachstumsraten waren mit +6 bis +8 % in der Schweiz, Deutschland, den Niederlanden sowie Österreich zu verbuchen. Allerdings erreichte auch Großbritannien eine Ausweitung der Fertigung um ca. 5 %. Für Frankreich wurde ein Anstieg um 4 % und für Italien um lediglich 1 % verbucht.

Die Rohstahlproduktion lag in 2004 in der europäischen Union (EU 25) bei über 193 Mio. t. Damit wurde das Vorjahresergebnis um 5,1 % überschritten. Dominiert wird die europäische Stahlerzeugung von Deutschland mit 46,4 Mio. t (2003=44,8 Mio. t) sowie Italien mit 28,3 Mio. t (2003=26,8 Mio. t). Danach folgen Spanien mit 17,7 Mio. t (2003=16,3 Mio. t) und Frankreich mit 20,8 Mio. t (2003 = 19,8 Mio. t). In Großbritannien wurde mit 13,8 Mio. t das Vorjahresniveau von 13,1 Mio. t lediglich geringfügig überschritten. Unter den EU-Neumitgliedern wird für Polen mit 10,6 Mio. t (2003=9,1 Mio. t) das höchste Volumen verzeichnet.

Die Schwächephase in der europäischen Bauindustrie der letzten Jahre hat sich in 2004 lediglich in Deutschland (-2,6 %), den Niederlanden (-1,2 %) sowie Portugal (-2,7 %) fortgesetzt. Die stärksten Zuwachsraten waren mit +9,7 % in der Tschechischen Republik und Norwegen zu verbuchen. Auch in Ungarn verlief das Jahr 2004 für die Bauindustrie mit einem Anstieg von knapp 9 % äußerst positiv. Belgien, Polen, Spanien sowie Dänemark, Finnland und Schweden konnten mit einem Anstieg der Bauleistung zwischen 3 1/2 und 4 1/2 % zufrieden sein.

Die Gießerei-Industrie insgesamt

In 2004 produzierten die Eisen-, Stahl- und Tempergießereien der CAEF-Mitgliedstaaten rund 12,3 Mio. t Gusskomponenten. Im Vorjahresvergleich entspricht dies einem Anstieg der Fertigungstonnage um 4,4 %. Auf die fünf dominierenden Staaten Deutschland, Frankreich, Italien, Spanien und Großbritannien entfallen rund 80 % der Fe-Metallgussproduktion. Von diesen fünf Ländern war Frankreich das einzige mit einer rückläufigen Gussproduktion (-3,2 %). Am stärksten legten die spanischen Gießer mit 14,7 % zu. Auf Deutschland, Großbritannien und Italien entfielen Zuwachsraten von 6,0 %, 5,2 % bzw. 4,5 %. Von den kleineren Produzentenländern konnten die Niederlande mit +17,4 % sowie Österreich mit +10,4 % die größten Produktionssteigerungen verbuchen. Danach folgen die Schweiz (+9,2 %),

Finnland (+9,8 %) sowie Schweden mit +8,8 %. Neben Frankreich mussten auch die belgischen und tschechischen sowie die portugiesischen Gießereien ein schrumpfendes Produktionsvolumen verkraften.

Die NE-Metallgießereien in den CAEF-Mitgliedstaaten erreichten in 2004 einen Produktionsanstieg um 4,6 % auf 3,4 Mio. t (unter Ausklammerung der Länder, für die kein Vorjahresvergleich möglich war). In den beiden dominierenden Herstellerländern Italien und Deutschland legte die NE-Metallgussproduktion um 1,4 % bzw. 3,7 % zu. Beide Länder vereinten zusammen 56 % der gesamten NE-Metallgussfertigung der CAEF-Mitgliedstaaten auf sich. Die höchsten Zuwachsraten waren für Polen (+22,0 %), Finnland (+18,3 %), Schweden (+15,6 %) sowie die Schweiz (+13,0 %) und Ungarn (+10,7 %) zu verzeichnen. Rückläufig war die Produktion lediglich in Litauen (-7,3 %).

Unverändert waren die Gießereien auch im Jahr 2004 bemüht, die Produktivität anzuheben. Die Rationalisierungsanstrengungen führten in der Hälfte der CAEF-Mitgliedstaaten bei den Eisen-, Stahl- und Tempergießereien zu einem Personalabbau. Von den fünf dominierenden Staaten konnten lediglich in Spanien sowie Deutschland die Belegschaftszahlen um 9,8 % bzw. 0,4 % angehoben werden. In Frankreich (-1,1 %), Italien (-5,7 %) sowie Großbritannien (-2,9 %) war die Zahl der Beschäftigten rückläufig. Die höchsten Zuwachsraten insgesamt waren mit +18,4 % für Norwegen zu verbuchen. Am stärksten abgebaut wurde Personal in der Tschechischen Republik (-15,7 %).

Auf Seiten der NE-Metallgießereien verlief die Entwicklung etwas moderater. Von den größeren Herstellern war für die italienischen NE-Metallgießereien sowie die britischen Unternehmen ein Personalabbau von 1,1 % bzw. 2,5 % zu veranschlagen. Stabil blieb die Belegschaftszahl in Deutschland. In Frankreich stieg die Zahl der Beschäftigten geringfügig um 0,3 %. Die höchsten Zuwachsraten waren mit +2,9 % bzw. +2,7 % für Spanien und Finnland zu verbuchen. Prozentual am stärksten rückläufig war die Zahl der Beschäftigten in Litauen (-62,5 %).

Die Zahl der Eisen-, Stahl- und Tempergießereien fiel lediglich in Schweden höher aus als im Vorjahr. Stabil blieb die Zahl der Betriebe in Finnland, Litauen, Polen sowie der Schweiz. In allen anderen Ländern war die Zahl der Gießereien rückläufig.

Soweit Daten vorliegen, stieg die Zahl der NE-Metallgießereien lediglich in Litauen. Stabil blieb die Anzahl der Betriebe in Ungarn, Norwegen, Polen, Portugal sowie Schweden. In allen anderen Ländern schrumpfte die Zahl der NE-Metallgießereien im Vergleich zu 2003.

Der Produktionsanteil von Gusseisen mit Lamellengraphit sank von 56,9 % im Jahr 2003 auf 56,3 % im Berichtsjahr. Entsprechend fiel der Anteil von Komponenten aus Gusseisen mit Kugelgraphit mit 35,7 % höher aus als im Vorjahr (35,1 %). Soweit ausweisbar, entfiel auf die Hersteller von Teilen aus Temperguss ein Produktionsanteil von 1,4 % (2003=1,6 %). Die relativ gut laufende Stahlkonjunktur im Berichtsjahr führte zu einem leichten Anstieg des Anteils an der Gesamtproduktion von 6,5 auf 6,6 %.

Bei den Produzenten von NE-Metalllegierungen dominiert unverändert die Fertigung von Komponenten aus Leichtmetallguss. Der Anteil stieg von 80,1 % im Jahr 2003 auf 84 im Berichtsjahr. Der Anteil von Kupferlegierungen erreichte im Jahr 2004 8,2 % (2003 = 10,4 %). Stabil blieb der Fertigungsanteil von Komponenten aus Zinklegierungen mit 7,2 %. Die Differenz entfällt auf sonstige NE-Metallwerkstoffe sowie nicht detailliert ausgewiesene Verfahren.

Die Exportquote der Eisen-, Stahl- und Tempergießereien verharrte – soweit Daten zur Verfügung standen – mit 33,7 % auf Vorjahresniveau. Mit +4,9 % stiegen die Ausfuhren etwas dynamischer als die Gesamtproduktion (+4,4 %). Dominiert wird die Gussausfuhr unverändert von Deutschland mit 1,2 Mio. t sowie von Frankreich mit 839.000 t. Konnte Deutschland einen Anstieg von 3,4 % verbuchen, so mussten die französischen Gießereien einen Ausfuhrrückgang um 11,5 % verkraften. Lediglich die portugiesischen Unternehmen mussten auch eine negative Exportentwicklung im Vergleich zum Vorjahr hinnehmen.

Unter der Berücksichtigung der CAEF-Mitgliedstaaten, für die ein Vorjahresvergleich möglich war, stieg bei den Eisen-, Stahl- und Tempergießereien der Produktionswert um 10,1 %. Die diesen Produktionswerten gegenüberstehende Tonnage fiel lediglich um 4,1 % höher aus. Im Jahr 2004 sind die Rohstoffpreise drastisch gestiegen. In dieser Differenz zwischen Produktionswert und Produktionstonnage spiegelt sich 1:1 die Lastenteilung zwischen Gießereien und Kunden mittels flächendeckend eingeführtem Materialerhebungszuschlag wider. Bei den NE-Metallgießereien ergibt sich unter Berücksichtigung der Daten, die einen Vorjahresvergleich ermöglichen, einen Anstieg des Produktionswertes um 5,8 %. Dem steht ein Plus in der Tonnage von 5,9 % gegenüber.

Die Situation in den Werkstoffbereichen

Eisenguss

In 2004 produzierten die CAEF-Mitgliedstaaten 6,9 Mio. t Komponenten aus Eisenguss. Gegenüber dem Vorjahr konnte die Fertigung um 3,2 % angehoben werden. Lediglich ein Drittel der CAEF-Mitgliedsländer musste eine rückläufige Produktion verbuchen. Von den größten Produzentenländern Deutschland, Italien, Frankreich, Großbritannien sowie Spanien, entfiel auf Spanien mit +1,7 % die geringste Produktionssteigerung. Am stärksten legte die Eisengussproduktion in Deutschland (+5,5 %) und Großbritannien (+6,5 %) zu. Insgesamt die höchsten Produktionssteigerungen wurden aus Slowenien (+11,6 %) sowie Schweden (+12,5 %) gemeldet. Stark im Minus lag die Eisengussfertigung in Portugal (-27,0 %) sowie Belgien (-12,6 %), der Tschechischen Republik (-11,1 %) und Norwegen (-10,3 %). Für die Ermittlung eines Gesamtproduktionswertes ist der Datenbestand im Bereich Eisenguss unverändert zu lückenhaft.

Duktiles Gusseisen

Die Produktion von Duktilem Gusseisen (Gusseisen mit Kugelgraphit und Temperguss) konnte in 2004 im Vergleich zum Vorjahr um 5,8 % auf 4,5 Mio. t ausgeweitet werden. Die Herstellung von Komponenten aus Temperguss sank um 9,6 % auf 166.500 t. Demgegenüber konnte die Produktion von Gusseisen mit Kugelgraphit um 6,3 % auf 4,4 Mio. t gesteigert werden.

Konnte Deutschland als dominierendes Herstellerland von Komponenten aus Gusseisen mit Kugelgraphit die Fertigung um 6,4 % anheben, so musste Frankreich als zweitgrößter Produzent einen Rückgang der Fertigung um 8,7 % verkraften. Die insgesamt stärksten Zuwachsraten waren aus Spanien mit +45,7 %, den Niederlanden mit +31,3 % sowie Finnland mit +28,7 % zu verzeichnen. Am deutlichsten rückläufig war die Produktion neben Frankreich in Belgien (-7,1 %) und der Tschechischen Republik (-5,4 %).

Soweit ausweisbar dominiert Gusseisen mit Kugelgraphit mit einem Anteil von mittlerweile 96,7 % traditionell den Sektor Duktilen Gusseisen. Entsprechend entfallen auf Temperguss als Nischenprodukt lediglich rd. 3 %. Die Tempergussfertigung wird von Deutschland, Belgien sowie Polen und Spanien dominiert. Konnte Deutschland die Produktion um 34,9 % anheben und auch Polen einen Zuwachs von 54,8 % verbuchen, so registrierten die belgischen und spanischen Gießer einen Rückgang um 11,7 % bzw. 65,1 %.

Unverändert wird die Herstellung von Gusseisen mit Kugelgraphit durch die Produktion von Fahrzeugbauteilen geprägt. Die Analyse der Produktion für den Fahrzeugbau bei den Ländern, für die Daten vorliegen zeigt, dass lediglich in der Tschechischen Republik, Großbritannien sowie Litauen der Anteil an der gesamten Fertigung von Komponenten aus Gusseisen mit Kugelgraphit unter 30 % liegt. In den anderen Ländern reicht die Bandbreite von knapp 31 % für Frankreich bis zu 79 % in Portugal. Unverändert stellt der Maschinenbau die zweitgrößte Abnehmerbranche dar. Der Anteil an der Gesamtproduktion liegt am höchsten in Litauen mit 80 % und Italien mit 59 %. Die geringsten Anteile werden für Frankreich mit 2,2 % bzw. Großbritannien mit 8,8 % gemeldet. Dies sind beides Länder, die einen sehr hohen Anteil an der Gussrohrproduktion haben.

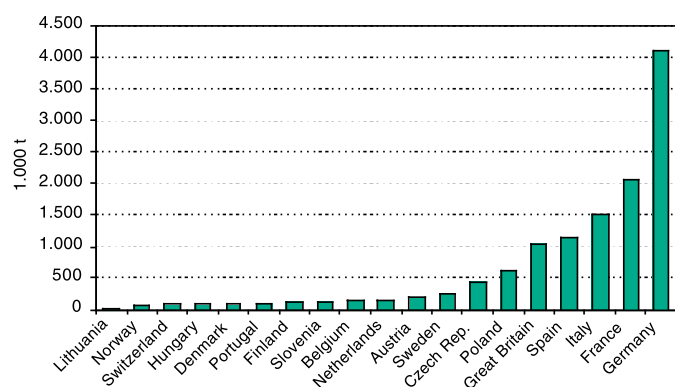
Zu beachten ist, dass die Aussagefähigkeit der Statistik im Bereich Temperguss unter der in einigen Staaten nicht mehr durchzuführenden Trennung innerhalb des Sektors Duktilen Gusseisen leidet.

Stahlguss

Die Produktion von Stahlgusskomponenten stieg 2004 im Vergleich zum Vorjahr um 7,3 %. Dominierende Herstellerländer sind Deutschland (+2,6 %), Frankreich (+6,7 %) und die Tschechische Republik (+16 %) sowie Großbritannien (+7,7 %). Neben der Tschechischen Republik wurden die höchsten Wachstumsraten aus Österreich (+18,3 %) sowie Polen (+16,3 %) gemeldet. Eine rückläufige Stahlgussproduktion verbuchten die niederländischen Gießereien (-13,4 %) sowie die belgischen Unternehmen (-7,5 %). Alle anderen Produzentenländer konnten die Fertigung anheben. Auf die dominierenden vier Herstellerländer entfallen über 61 % der gesamten Stahlgussproduktion. Für die Mitgliedstaaten, für die ein Vorjahresvergleich möglich ist, ergibt sich eine Steigerung des Produktionswertes im Vergleich zu 2003 von 15,4 %. Dem steht eine Steigerung der Produktionstonnage von 11,7 % gegenüber.

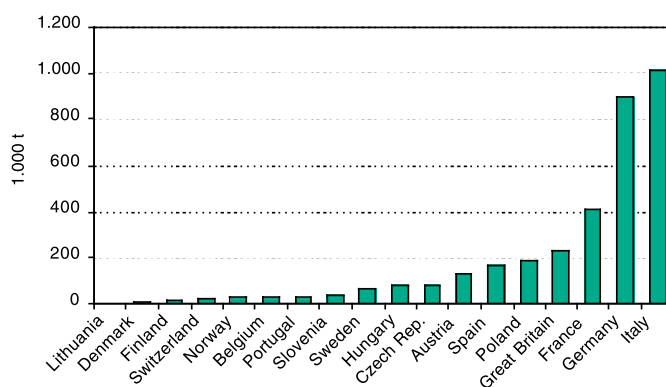
Soweit ausweisbar, schrumpfte die Zahl der Beschäftigten in Frankreich, Italien, Litauen sowie Norwegen und Portugal. Die Belegschaftszahlen ausgeweitet wurden in der Tschechischen Republik, Finnland, Großbritannien und Spanien. In Deutschland, Ungarn sowie Schweden blieb die Zahl der Beschäftigten stabil. Die Zahl der Betriebe war in Frankreich sowie Portugal rückläufig.

Production of Iron, Ductile Iron and Steel Castings in the European Foundry Industry 2004



Grafik 1

Production of Non-Ferrous Metal Castings in the European Foundry Industry 2004



Grafik 2

NE-Metallguss

Die Fertigung von NE-Metallgusskomponenten in den CAEF-Mitgliedsländern stieg unter Berücksichtigung der Länder, für die ein Vorjahresvergleich möglich war, um 4,6 % auf 3,4 Mio. t. Eine rückläufige Fertigung war lediglich aus Litauen zu verzeichnen. Die höchsten Steigerungsraten verbuchten die Gießereien aus Polen, Finnland sowie Schweden. Dominiert wird der NE-Metallgusssektor von Italien, Deutschland und Frankreich. Auf diese drei Länder entfallen knapp 68 % der gesamten Produktion.

Traditionell wird die Produktion von Komponenten aus NE-Metallguss vom Leichtmetallsektor geprägt. Hauptabnehmerbranche ist der Fahrzeugbau. Die Produktion von Leichtmetallguss (Aluminium und Magnesium) konnte im Jahr 2004 um 5,7 % auf 2,9 Mio. t erhöht werden. Auf Italien und Deutschland, die beiden größten Produzentenländer, entfallen allein über 55 % der Leichtmetallgussfertigung. Konnten die italienischen Gießer die Fertigung um 2,0 % anheben, so verbuchten die deutschen Unternehmen sogar ein Plus von 5,6 %. Eine rückläufige Fertigung registrierten lediglich die litauischen Unternehmen. Die höchsten Steigerungsraten wurden aus Finnland mit +27,4 % sowie Polen mit +24,2 % gemeldet. Innerhalb der Leichtmetalllegierungen spielt Magnesium, unter Berücksichtigung der produzierten Tonnagen, eine nachgeordnete Rolle. Das größte Produzentenland ist unverändert Deutschland mit einem Fertigungsplus von 3,8 %. In allen anderen, eher kleineren Produzentenländern, sind aufgrund der geringen Produktionsmengen Wachstumsschwankungen von +/-80 % keine Ausnahme.

Die zweitwichtigste Werkstoffgruppe innerhalb der NE-Metalle bilden Kupfer und Kupferlegierungen. In 2004 sank die Produktion unter Ausklammerung der belgischen sowie der slowenischen Daten (hier war kein Vorjahresvergleich möglich) um 16,9% auf 282.000 t. Auf Deutschland und Italien, die beiden größten Herstellerländer, entfällt ein Anteil von 66,1 % der Gesamtproduktion. Sowohl in Deutschland (-3,0 %) als auch in Italien (-37,9 %) war die Fertigung rückläufig. Die höchsten Plusraten für die Produktion von Kupfer und Kupferlegierungen ergaben sich für Portugal (+30,0 %) sowie Spanien (+25,1 %) und die Schweiz (+22,9 %). Neben Italien mussten die Unternehmen aus der Tschechischen Republik (-29,1 %) sowie die litauischen Gießer (-42,9 %) die stärksten Minusraten verkräften.

Die Fertigung von Zinkguss stieg unter Ausklammerung der Produktionsdaten von Slowenien sowie Belgien (Vorjahresvergleich nicht möglich) um 3,1 % auf 244.000 t. Auf Deutschland und Italien entfallen 57,0 % der gesamten Zinkgussproduktion. Konnten die italienischen Unternehmen noch ein Produktionsplus von 6,9 % melden, so schrumpfte die Fertigung in Deutschland um 5,8 %. Deutliche Zuwachsraten waren auch für die Tschechische Republik, Österreich, Ungarn sowie Polen, Portugal, Spanien, Schweden und die Schweiz zu verzeichnen. In allen anderen Ländern schrumpfte die Produktion. Für den Sektor der sonstigen NE-Metalllegierungen liegen nur bruchstückhaft statistische Daten vor. Zudem werden hier, falls nicht separierbar, auch Produktionswerte für Kupfer und Zink gemeldet. Unter Ausklammerung dieser Meldungen schrumpfte die Produktion um 34,5 % auf 9.800 t.

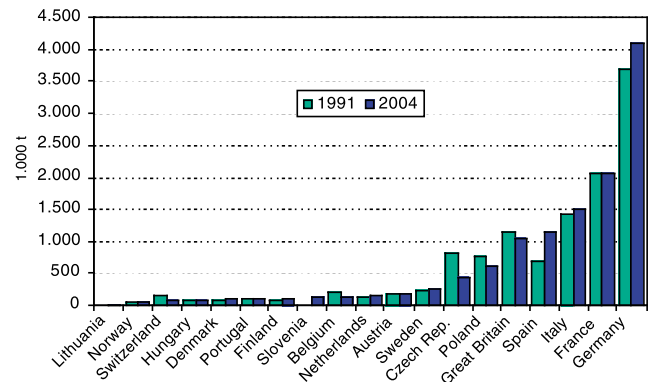
Eine bildliche Darstellung der Gießereikennzahlen der CAEF-Mitgliedsländer geben die Grafiken 1 bis 18 auf den Seiten 253 bis 256.

Detaillierte Länderberichte der 19 CAEF-Mitgliedsländer enthält der vom Generalsekretariat im August 2005 veröffentlichte 130-seitige CAEF-Jahresbericht „The European Foundry Industry 2004“, der auch umfangreiches Zahlenmaterial beinhaltet.

Kontaktadresse:

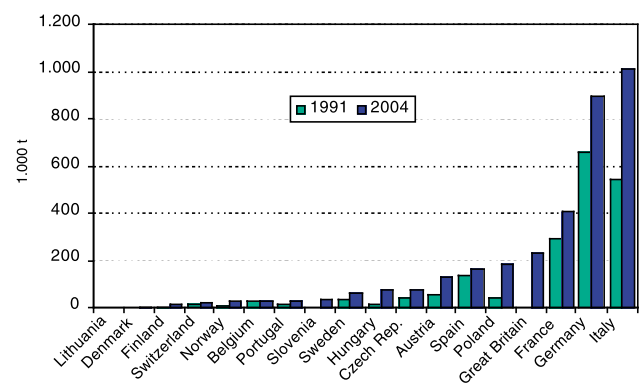
CAEF – The European Foundry Association, Commission No. 7
c/o Deutscher Gießereiverband, D-40237 Düsseldorf, Sohnstraße 70
E-Mail: info@caef.org, www.caef.org

Production of Iron, Ductile Iron and Steel Castings in the European Foundry Industry 1991 / 2004



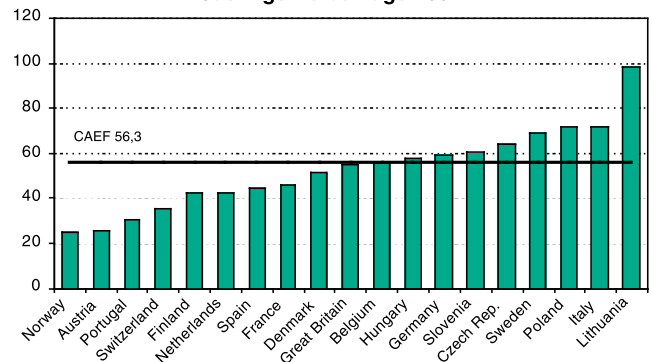
Grafik 3

Production of Non-Ferrous Metal Castings in the European Foundry Industry 1991 / 2004



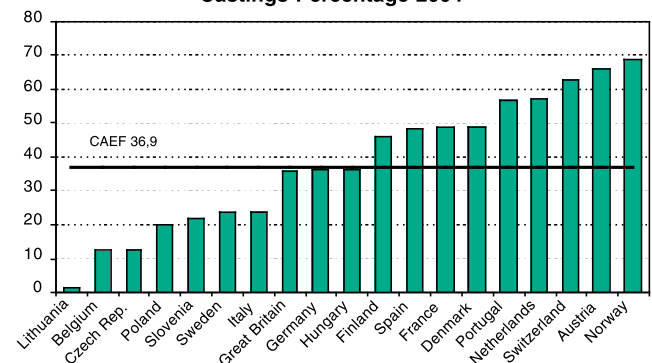
Grafik 4

Iron Castings National Production Share of Iron, Ductile Iron and Steel Castings Percentage 2004



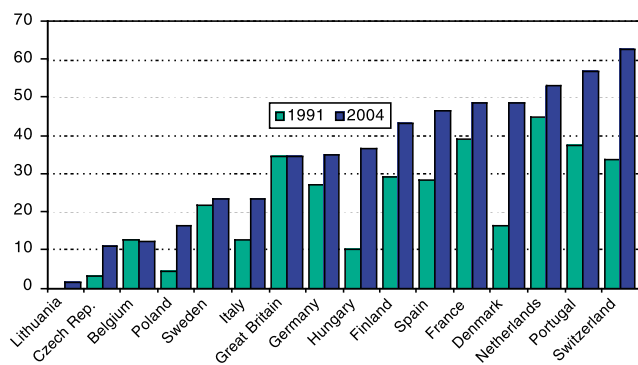
Grafik 5

Ductile Iron Castings National Production Share of Iron, Ductile Iron and Steel Castings Percentage 2004



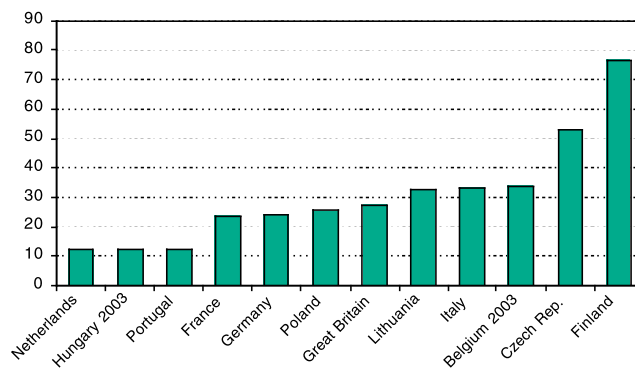
Grafik 6

Nodular Iron Castings
National Production Share of
Iron, Ductile Iron and Steel Castings Percentage



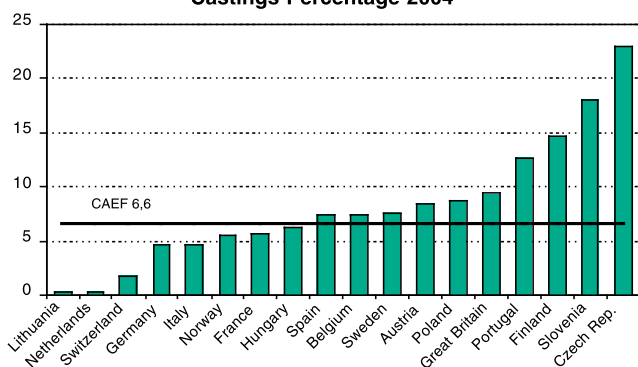
Grafik 7

Iron Castings for Engineering Plant and Machinery
National Production Share Percentage 2004



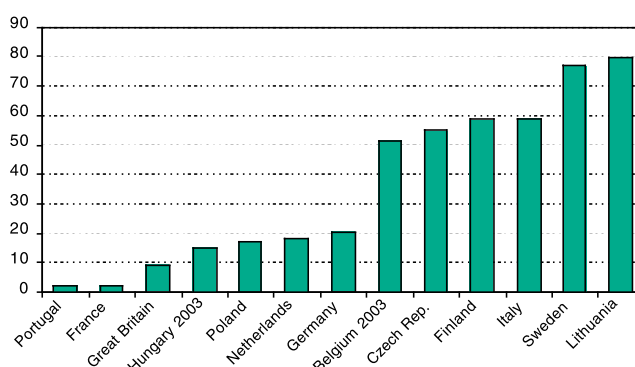
Grafik 11

Steel Castings
National Production Share of Iron, Ductile Iron and Steel
Castings Percentage 2004



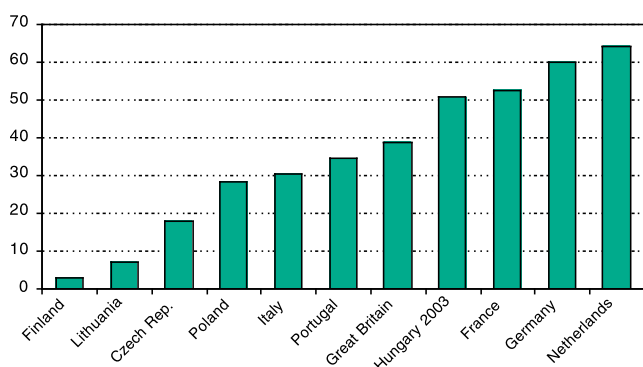
Grafik 8

Nodular Iron Castings for Engineering Plant and Machinery
National Production Share Percentage 2004



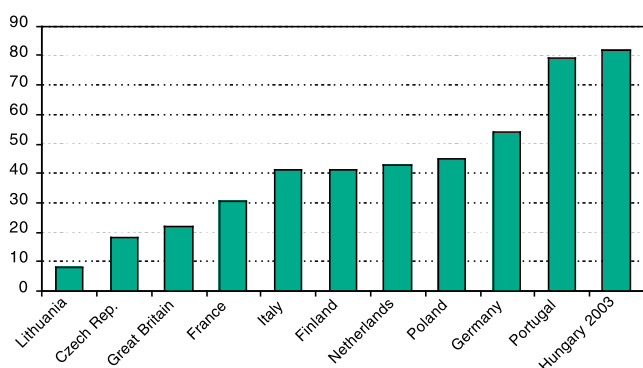
Grafik 12

Iron Castings for Vehicle Industry
National Production Share Percentage 2004



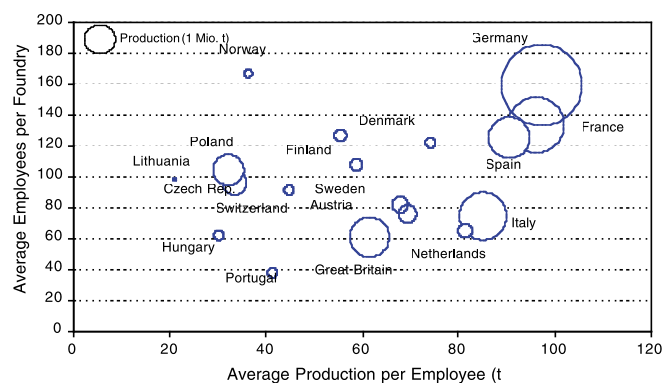
Grafik 9

Nodular Iron Castings for Vehicle Industry
National Production Share Percentage 2004



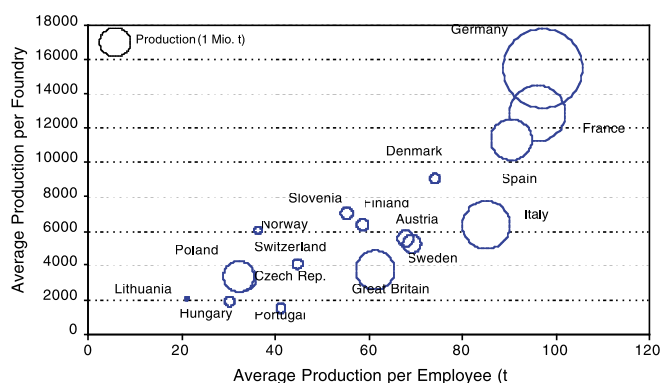
Grafik 10

Production of Iron, Ductile Iron and Steel Castings
in the European Foundry Industry 2004



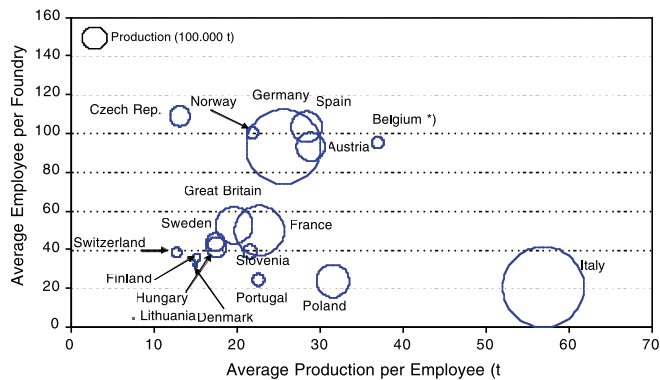
Grafik 13

Production of Iron, Ductile Iron and Steel Castings
in the European Foundry Industry 2004



Grafik 14

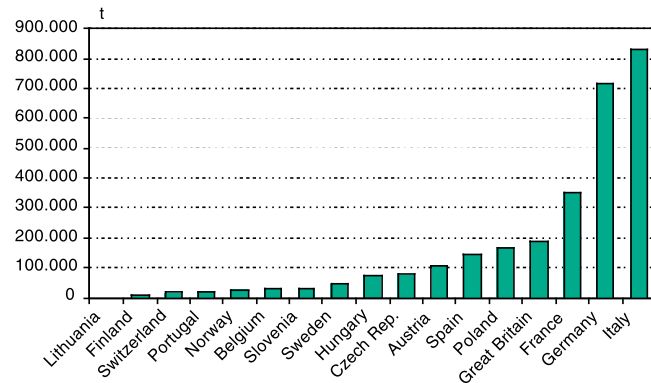
Production of Non-Ferrous Metal Castings in the European Foundry Industry 2004



*) 2003

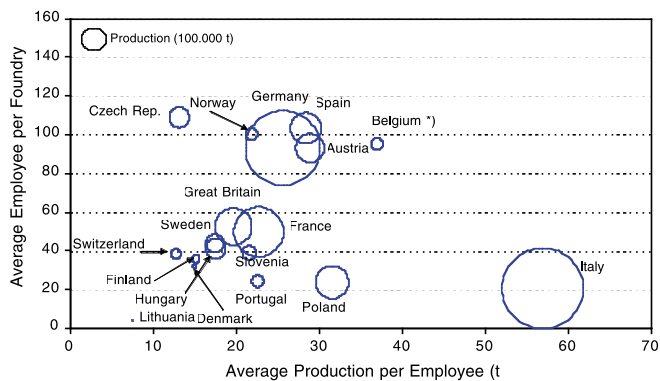
Grafik 15

Production of Aluminium Castings in the European Foundry Industry 2004



Grafik 17

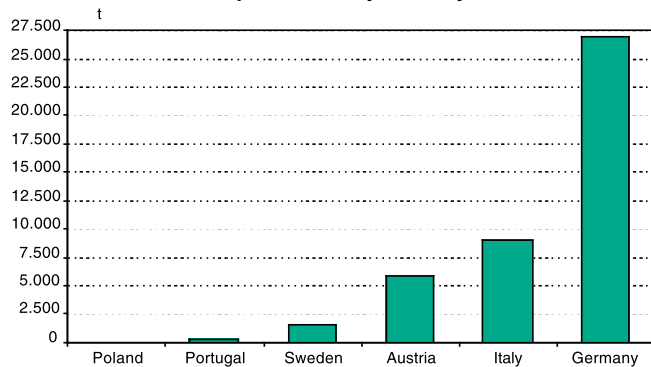
Production of Non-Ferrous Metal Castings in the European Foundry Industry 2004



*) 2003

Grafik 16

Major Producers of Magnesium Castings in the European Foundry Industry 2004



Grafik 18



Einladung zur Teilnahme an der ACR Enquete 2005

KMU im Brennpunkt der Innovationsanstrengungen in Österreich – Innovation in kleinen und mittleren Betrieben

Dienstag, 8. November 2005, 18 Uhr

Wien (Platinum Vienna im Uniqua Tower)

Programm und Anmeldung: www.acr.at

An der Abschluss-Diskussionsrunde „Bedürfnisse von KMU hinsichtlich F & E und Innovation“ nimmt u.a. auch KR. Ing. Michael Zimmermann, Vizepräsident der ACR, teil.

Aus den Betrieben

Georg Fischer eröffnet neue Al- und Mg-Druckgießerei in China



Mit dem Gang nach Fernost setzt GF Automotive einen neuen Akzent in seiner Unternehmenspolitik und verwirklicht einen wichtigen strategischen Schritt: die Präsenz in Asien mit einem eigenen Werk – modular konzipiert, ausbaufähig und kundennah.

Der globale Wettbewerb treibt ausländische Firmen nach China und beschleunigt so die Rückkehr des Landes an die Spitze der Weltwirtschaft. Die meisten Investitionen konzentrieren sich auf das Perlfloss-Delta um Hongkong, das Jangtse-Delta um Shanghai und die Region um Peking. Rund 100 Kilometer westlich von Shanghai baute GF Automotive ein neues Werk für die Produktion von Druckgussteilen aus Aluminium und Magnesium.

Nachdem die alte Gießerei in Zhangjiagang nicht mehr den heutigen Anforderungen entsprach und an ihre Kapazitätsgrenzen gestoßen war, entschloss sich Georg Fischer zum Bau eines neuen Werks. Hinzu kam der Wunsch vieler Kunden nach einer Direktbelieferung aus China. Der Industriegürtel um Suzhou bietet ideale Voraussetzungen dazu. GF Automotive hat diese Chance zügig wahrgenommen. 2004 fiel der Entscheid, im gleichen Jahr war die Grundsteinlegung. Seit August 2005 wird in dem neuen Werk produziert. Am 26. Oktober erfolgt die offizielle Einweihung.

Lässt man vom Dach der neuen Gießerei den Blick umher schweifen, sieht man sich inmitten einer riesigen Baustelle. Schon allein die Größe des Suzhou Industrial Park mit 240 Quadratkilometern gibt ein Bild von den Dimensionen im Reich der Mitte. Es sind hauptsächlich renommierte europäische Unternehmen, die hier ein Standbein haben. Suzhou ist jene Region, in der weltweit derzeit am meisten gebaut wird. Nicht erstaunlich, dass hier viele ausländische Firmen mit entsprechenden Mitarbeiterstäben tätig sind und die Infrastruktur ausgezeichnet ist. Alles Gründe, die für Suzhou als neuen Standort sprachen.

Das neue Werk ist denn auch ein Commitment – eine Verpflichtung und zugleich ein

Bekenntnis zum Standort China und den hier tätigen Produzenten. Die Fertigung vor Ort ermöglicht ein optimales Eingehen auf spezifische Marktbedürfnisse. Dazu gehört auch die klare Fokussierung auf das tatsächlich Notwendige und der Verzicht auf das technisch Machbare. Stattdessen setzt GF Automotive auf den Grundsatz: Bewährte Technik, bekannte Teile, für bekannte Kunden. So lässt sich das jedem Auslandengagement innewohnende Risiko von vornherein eingrenzen. Um bestmöglich auf die chinesischen Bedürfnisse eingehen zu können, wird in Suzhou auch Forschung und Entwicklung betrieben. An motiviertem und qualifiziertem Nachwuchs mangelt es nicht. China bildet jährlich zwei Millionen Ingenieure aus und ist auf bestem Wege, ein Hightech-Land zu werden.

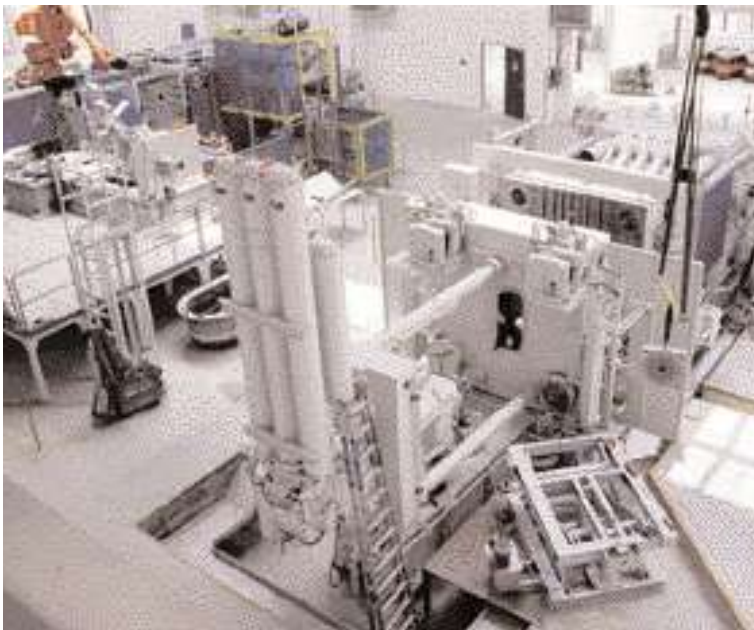
Die neue Gießerei in Suzhou ist ein Musterbetrieb mit Vorzeigecharakter. Sie wird auch als Referenzobjekt dienen und den Zugang zu Neukunden erleichtern, die sich vor Ort ein Bild machen wollen. Schon lange vor Inbetriebnahme lagen umfangreiche Anfragen und erste neue Aufträge vor. Der moderne Komplex aus Glas, Beton und Aluminium befindet sich im schönsten Teil des Suzhou Industrial Park und könnte genauso in den USA oder in Europa stehen. Sowohl was das Äußere als auch die Produktionsmittel betrifft, die durchgehend State of the Art verkörpern. Das Projekt ist unter Einbeziehung mehrerer europäischer Gießereien von GF Automotive entwickelt worden. Dann wurde die Anlage auf die chinesischen Anforderungen hin zugeschnitten mit anschließender Feinplanung in Suzhou.

Die Druckgießmaschinen für das neue Werk kommen aus Europa und werden später durch die am bisherigen Standort in

Zhangjiagang installierte Maschine ergänzt. Die meisten der 40 festangestellten Mitarbeiter wechseln vom alten in das neue Werk. Auch von Europa her hat ein wichtiger Wissenstransfer stattgefunden. In mehreren Intervallen kamen zahlreiche chinesische Mitarbeiter zur Schulung zu GF Automotive im österreichischen Altenmarkt. Die Gesamtplanung sieht einen maximalen Ausbau auf vier Gebäudemodule und rund 24 Maschinen vor. Der Werksausbau erfolgt modular und kann im zeitlichen Ablauf beeinflusst werden. Dadurch verringern sich die Investitionsrisiken. Zudem bleibt man flexibel für die zukünftige Entwicklung des chinesischen Marktes.

Georg Fischer stößt in China auf eine interessante Wettbewerbssituation, denn schätzungsweise nur rund zwei Prozent der installierten Druckgießmaschinen liegen im Schließkraftbereich von über 10.000 Kilonewton. Und gemessen an europäischen Standards ist das Druckgießen in China noch im Entwicklungsstadium. GF Automotive hat nun die Chance, via Know-how-Transfer in kurzer Zeit europäische Qualitäts- und Sicherheitsstandards zu erreichen. Mit lohnender Perspektive. Studien rechnen damit, dass sich der chinesische Druckgussmarkt in den nächsten fünf bis zehn Jahren mehr als verdoppelt. Da eine erhöhte Kundennachfrage nach Bauteilen besteht, die generell im größeren Schließkraftbereich gefertigt werden, hat sich GF Automotive auf dieses Segment konzentriert.

Alle bedeutenden Automobilhersteller sind mittlerweile in China vertreten und liefern sich einen immer härteren Wettbewerb. Bereits Ende 2004 wurden im Reich der Mitte mehr Automobile produziert als auf dem inländischen Markt abgesetzt werden



Zeitgemäß, effizient und effektiv präsentiert sich das neue Werk von GF Automotive im chinesischen Suzhou. Es ist die derzeit modernste Leichtmetall-Gießerei der Unternehmensgruppe und eine vielbeachtete Produktionsstätte im Industriepark Suzhou, wo sich mittlerweile über 100 Firmen angesiedelt haben.

konnten. Fachleute gehen davon aus, dass China als drittgrößter Automarkt der Welt bald auf Platz zwei hinter den USA rangieren wird. Chinesische Großkonzerne, wie die Shanghai Automotive Industry Corporation (SAIC), dürften demnächst auf den Weltmarkt vorstoßen. Auf der diesjährigen Internationalen Automobil-Ausstellung in Frankfurt am Main waren bereits die ersten chinesischen Autos zu sehen.

Rechtzeitig hat GF Automotive mit der neuen Gießerei eine strategisch wichtige Position bezogen und kann mit dem Markt wachsen. Dies bedeutet, daß sich der Kundenkreis permanent ausweitet. Neben den europäischen Produzenten werden vermehrt auch chinesische Automobilhersteller von GF Automotive Bauteile beziehen. Ferner profitiert das Unternehmen von der Dynamik der europäisch-chinesischen Joint-Ventures. Und GF Automotive ist dabei, wenn künftig gewisse Modelle in Konkurrenz zu Korea oder Japan in China gefertigt werden.

Quelle: Presseaussendung der GF Automotive vom 10. August 2005.

Kontaktadresse:

Georg Fischer Fahrzeugtechnik AG
CH-8201 Schaffhausen, Mühlenalstrasse 65
Tel.: +41 (0)52 631 21 15
Fax: +41 (0)52 631 28 29
E-Mail: peter.kerz@georgfischer.com,
www.georgfischer.com



Aus diesem Anlass finden im Laufe des Jahres 2005 in zahlreichen Hydro-Werken Feierlichkeiten und Veranstaltungen statt.

Hydro Aluminium Mandl&Berger in Linz feierte das 100-jährige Bestehen des Mutterkonzerns am 3. September 2005 mit einem Tag der offenen Tür.

Kunden, Lieferanten, Mitarbeiter, Anrainer und Freunde des Unternehmens waren geladen. Unter den 900 Gästen konnte Geschäftsführer Dr. Markus Nolte Persönlichkeiten aus Politik und Wirtschaft wie Landeshauptmann Dr. Josef Pühringer und Bürgermeister Dr. Franz Dobusch begrüßen. Als Vertreter des Geschäftsbereichs Hydro Automotive waren die Herren Arne Skoland, Herbert Smetan und Dr. Markus Adams angereist.



Betriebsrundgang mit den Ehrengästen: BU-Leiter Herbert Smetan, Dr. Markus Nolte, Pressesprecher der Stadt Linz Rene Hagenauer, Landeshauptmann Dr. Josef Pühringer, Bürgermeister Dr. Franz Dobusch, Aufsichtsrat Arne Skoland (v.l.n.r.)

Die Norsk Hydro A.S.A. feiert ihr 100-jähriges Bestehen

In ihren Eröffnungsansprachen unterstrichen Geschäftsführer Dr. Markus Nolte und Aufsichtsratsvorsitzender Herbert Smetan die positive Entwicklung, die das Unternehmen seit der Integration in den Hydro-Konzern im Jahre 2002 durchlaufen hat. Arne Skoland spannte in seinem Grußwort einen historischen Bogen von den Anfängen der Hydro bis zur heutigen Zeit.

Für Landeshauptmann Dr. Pühringer stellt Hydro Aluminium Mandl&Berger ein Musterbeispiel eines Technologieunternehmens im oberösterreichischen Wirtschaftsraum dar. Er hob besonders die herausragende Stellung des Standortes Linz für den Geschäftsbereich Guss der Hydro hervor.

Bürgermeister Dr. Dobusch lobte in seinem Grußwort die langjährigen Erfolge des Unternehmens in den Bereichen Umweltschutz und Nachbarschaftspflege. Nicht zuletzt aufgrund der 450 Arbeitsplätze ist Hydro Aluminium Mandl&Berger ein zuverlässiger Partner der Stadt Linz.

Im Mittelpunkt der Feierlichkeiten standen geführte Betriebsrundgänge durch Produktion und Entwicklung, eine Gussteil- und Fahrzeugausstellung sowie Präsentationen zu den Themen Arbeitssicherheit und Gesundheitsförderung. Für das leibliche Wohl sorgte ein schmackhaftes Grill-, Salat- und Nachspeisenbuffet. Rhythmische Klänge, Gymnastikvorführungen und eine Kinderbetreuung bildeten einen bewegt-sportlichen Ausgleich für jung und alt.



Wie alle Besucher erhielten auch Landeshauptmann Dr. J. Pühringer (M) und Bürgermeister Dr. F. Dobusch (l) von Geschäftsführer Dr. M. Nolte eine eigens aufgelegte „100 Jahre Hydro“-Jubiläumsp plakette.

Hydro ist ein 1905 gegründetes Energie- und Aluminiumunternehmen, das 36.000 Mitarbeiter in annähernd 40 Ländern beschäftigt. Hydro ist ein führender Offshore-Produzent von Erdöl und Erdgas, der drittgrößte Aluminiumanbieter der Welt und ein Pionier für erneuerbare Energien und energieeffiziente Lösungen.

Der Konzern zählt zu den führenden Partnern im Automobilbau und liefert an viele namhafte Autohersteller. Samt den Lieferungen von Gusslegierungen und Halbzeugen setzt Hydro mit der Automobilindustrie rund 2 Milliarden Euro pro Jahr um.

Der Geschäftsbereich Castings hat sich auf die Fertigung hochwertiger Motorblöcke und Zylinderköpfe aus Aluminium spezialisiert. An den vier Standorten in Linz/Österreich, Dillingen/Deutschland, Győr/Ungarn

und Saltillo/Mexiko wurden in 2004 etwa 4 Millionen Zylinderköpfe und 1,5 Millionen Motorblöcke gefertigt. Zu den Kunden zählen die namhaften Automobilhersteller weltweit. Umsatzstärkste Kunden sind derzeit GM/Opel, Ford, BMW, Audi und DaimlerChrysler. Mit der Einführung des Vollaluminium-Motorblockes für den neuen V6-Dieselmotor von DaimlerChrysler sowie des Zylinderkopfes des neuen V6-Dieselmotors für die Ford Premier Group und Peugeot-Citroen hat Hydro in den vergangenen Monaten zum wiederholten Male weltweite Benchmarks gesetzt.

Hydro Aluminium Mandl&Berger ist Standort einer hochmodernen Zylinderkopffertigung und gleichzeitig Entwicklungs- und Innovationsstandort der Gruppe. Das Werk wurde 2002 durch die Übernahme der damaligen VAW Aluminium Teil des Hydro-Konzerns. Der Standort erwirtschaftete 2004 einen Umsatz von etwa 80 Millionen Euro und beschäftigt derzeit rund 450 Mitarbeiter.

Als ‚Competence Center Kokillenguss‘ ist Hydro Aluminium Mandl&Berger für die Produkt- und Prozessentwicklung neuer Kokillengussteile der Hydro Castings verantwortlich. Die Leistungen decken den gesamten Produktlebenszyklus ab: ausgehend von der ersten Idee des Motorenkonstruktors werden in der Regie von Hydro Aluminium Mandl&Berger sämtliche Konstruktions- und Fertigungsschritte der Prototypen bis hin zur Serieneinführung abgedeckt. Mit der Inbetriebnahme einer neuen Versuchsgießerei, in der Prototypen unter seriennahen Bedin-

gungen gefertigt werden, hat das Unternehmen kürzlich seine Kompetenzen zum Nutzen der Automobilkunden weiter steigern können. Wichtigste Hydro-interne Kunden des Competence Centers sind die beiden Kokillengussstandorte in Győr/Ungarn und Saltillo/Mexiko.

Mit der Entwicklung und Serieneinführung des geschützten Rotacast-Verfahrens (Gießerei Rundschau 52(2005)Nr. 7/8, S. 170/173) hat Hydro Aluminium Mandl&Berger vor wenigen Jahren ein technisches Highlight gesetzt. Qualität und Leistungsfähigkeit der Zylinderköpfe konnten entscheidend gesteigert werden und bieten heute die Grundlage für moderne Diesel-Motorentechnologien. Hydro-Zylinderköpfe leisten somit ei-

nen wichtigen Beitrag zur Verbrauchs- und Emissionsreduktion und zur Einhaltung zukünftiger Umweltvorschriften wie der Abgasnorm Euro 5.

Basis der langjährigen Erfahrung und Innovationsfreudigkeit des Unternehmens sind motivierte und gut ausgebildete Mitarbeiter. Daher besitzen bei Hydro Aluminium Mandl&Berger eigene Aus- und Weiterbildungsprogramme einen hohen Stellenwert. Die etwa 30 Lehrlinge mit Schwerpunkten in technischen Berufen werden im Laufe der Ausbildungszeit gezielt auf spätere Tätigkeiten im Unternehmen herangeführt. Viele Lehrlinge schließen mit Auszeichnung ab und machen anschließend Karriere bei Hydro Aluminium Mandl&Berger.

100 Jahre Hydro – 59 Jahre Mandl&Berger – 2006 wird die HA Mandl&Berger GmbH auf eine 60-jährige Erfolgsgeschichte zurückblicken können

1946:	Gründung durch Anton Mandl und Johann Berger als Vorrichtungs- und Modellbau, Produktion erster Gussteile
1950:	Gießerei Mandl & Berger, Konzentration auf Aluminiumguss
1980:	Übernahme und Integration in die Eisenwerk-Brühl-Gruppe
1982:	Umstrukturierung zu einer Gießerei von Zylinderköpfen und Getriebegehäusen für die europäische Automobilindustrie
1992:	Übernahme durch den deutschen VAW-Konzern
2002:	Übernahme des VAW-Konzerns durch Norsk Hydro, Oslo; weltweit drittgrößter Aluminium-Konzern.
seit 2002:	weiteres Wachstum durch neue Produkte und Entwicklungstätigkeit, Ausbau des Kompetenzzentrum „Kokillenguss“

Kontaktadresse:

Hydro Aluminium Mandl&Berger GmbH, A-4030 Linz, Zeppelinstraße 24, Tel.: +43 (0)732 300 103 0, Fax: +43 (0)732 300 103 209, E-mail: office.mb@hydro.com, www.hydro-aluminium.com



Staatsmeister im Kampf gegen den Feinstaub



Das Oberösterreichische HighTech Unternehmen Gruber & Kaja GmbH, mit Standorten in Traun und St. Marien, erlangte den Staatsmeistertitel für Arbeitssicherheit 2005. Prämiert wurde das von der Firma Kappa GmbH, Steyr-Gleink, geplante und installierte System zur Beseitigung von Feinstaub.

Alle zwei Jahre verleiht das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit den Staatspreis für Arbeitssicherheit an Unternehmen, die überragende Leistungen zum Schutz der Gesundheit der Beschäftigten und zur Erhöhung der Arbeitssicherheit erbracht haben. Ende Mai d.J. überreichte Bundesminister Dr. Martin Bartenstein dem Oberösterreichischen Automobilzulieferer für Aluminiumussteile, der Firma Gruber & Kaja, den ersten Preis (**Bild 1**). Mit dem realisierten



Bild 1: Bundesminister Dr. Martin Bartenstein überreicht die Siegerurkunde an Herrn Dr. Hans Gruber.

und eingereichten Projekt von Gruber & Kaja gehören verrauchte und verschmutzte Gießereihallen endgültig der Vergangenheit an. Das prämierte Projekt wurde vom HighTech Unternehmen Kappa (**Bild 2**)

entwickelt, geplant und installiert. Beide Unternehmen arbeiten bereits seit Jahren eng bei der Verbesserung der industriellen Luft- und Arbeitsbedingungen zusammen. Wer



Bild 2: Die Preisträger, Dr. Hans Gruber, Geschäftsführer der Gruber & Kaja GmbH (rechts) und Mag. Klaus Krüger, Geschäftsführer der Kappa GmbH (links).



Bild 3: Reinste Luftverhältnisse in der Leichtmetallgusschalle der Gruber & Kaja GmbH.

heute die Gusschalle der Firma Gruber & Kaja besichtigt, glaubt sich in einer Halle für Feinmechanik zu befinden, so rein sind die Luftverhältnisse (**Bild 3**).

Die Investitionsentscheidung für die innovative Anlage fiel der Firma Gruber & Kaja leicht: „Bei gleichen Investitionskosten der neuen Anlage im Vergleich zu anderen sind die Betriebskosten wesentlich geringer. So wird beispielsweise die Restenergie der Abluft mit über 80% Wirkungsgrad rückgewonnen. Am meisten freut mich jedoch, dass die Beschäftigten in einem gesunden Arbeitsumfeld voll durchatmen können.“

(Zitat: Dr. Hans Gruber, Geschäftsführer Gruber & Kaja GmbH)

Kontaktadresse:

Gruber & Kaja Druckguss- und Metallwarenfabrik GmbH, A-4050 Traun, Obere Dorfstraße 1
Tel.: +43 (0)7229 61141 0
Fax: +43 (0)7229 62470
E-Mail: office@gruber-kaja.at

Firmennachrichten



Der Gießerei-Ausrüster FILL baut dem Fortschritt ein Haus

Das Maschinenbau-Unternehmen investiert sieben Mio Euro in seinen Ausbau

Am 29. Juni d.J. fand der Spatenstich für das größte Bauvorhaben in der bisherigen Firmengeschichte des bekannten Maschinenbau-Unternehmens Fill in Oberösterreich statt. Bis zum Frühjahr 2006 werden in Gurten ein Technologie- und ein Innovationscenter sowie eine weitere Fertigungshalle errichtet. Das Investitionsvolumen beträgt rund sieben Millionen Euro.

Die Rohbauarbeiten werden bis Ende dieses Jahres abgeschlossen sein. 2006 sollen die neuen Gebäude dann feierlich ihrer Bestimmung übergeben werden – rechtzeitig zum 40-Jahr-Jubiläum des Unternehmens. Damit werden 3.100 m² neue Grundfläche für das Technologie- und das Innovationscenter und 2.800 m² Grundfläche mehr für die Fertigung zur Verfügung stehen.

Fill befindet sich seit seiner Gründung im Familienbesitz. „Wir setzen auf Fortschritt und Beständigkeit“, umreißt Geschäftsführer Andreas Fill die Unternehmensphilosophie „und gleichzeitig ist unsere Fertigung stets state-of-the-art. Zusätzlich arbeiten wir mit den modernsten Management-Methoden“.

Den Spagat zwischen Beständigkeit und Fortschritt schafft das Unternehmen bestens. Das belegen auch – sehr eindrucksvoll – die Zahlen: 20 Prozent der Fill-Mitarbeiter sind seit mehr als 20 Jahren dabei, 60 Prozent



So wird FILL-Technik der Zukunft Mitte 2006 aussehen: die Fotomontage zeigt v.l.n.r.: Innovationscenter, Technologiecenter, bestehendes Bürogebäude.

der Stammkunden halten dem Unternehmen seit über zehn Jahren die Treue. Ständig Neues kommt jedoch aus der Fill-Innovationsschmiede – und das wissen die Kunden zu schätzen: So fahren immerhin 80 Prozent aller Autos in Europa mit Fill-Technologie und 100 Prozent der namhaften Skiproduzenten vertrauen auf Maschinen und Anlagen aus Gurten.

Fill ist eine in ihrem Tätigkeitsfeld international führende Ideenfabrik für Produktionssysteme verschiedenster Einsatzzwecke und Industriebereiche und zeichnet sich durch modernste Technik und Methoden in Management, Kommunikation und Produktion aus.

Die Geschäftstätigkeit umfasst die Bereiche **Aluminium-Gießereitechnik**, Automo-

bilindustrie, Kunststoffindustrie, Ski- und Snowboardindustrie und Metall-Zerspantungstechnik. In der Aluminium-Entkernstechnologie sowie für die Ski- und Snowboardproduktionsmaschinen ist das Unternehmen Weltmarktführer.

Der Betrieb wird seit 1987 als GmbH geführt, wurde 1998 ISO 9001 zertifiziert und beschäftigt mittlerweile 319 MitarbeiterInnen. 2004 wurden rund 43 Millionen Euro Betriebsleistung erzielt.

Kontaktadresse:

Fill Technik der Zukunft Gesellschaft m.b.H., A-4942 Gurten, Edt 36,
Tel.: +43 (0)7757 7010 0,
Fax: 275, E-Mail: info@fill.co.at, www.fill.co.at



MAGMASOFTP®-Einsatz erzielt bis zu 30-fache Rechenleistungssteigerung bei Simulationen für Teksid Aluminium

Teksid Aluminium

Teksid Aluminium, einer der größten bestehenden Gießereikonzerne im italienischen Padua, hat sich für eine MAGMASOFTP® Clusterlizenz entschieden, um die Möglichkeit der Gießprozesssimulation zu erweitern. Im April d.J. hat das Unternehmen ein Linux Cluster mit 16 Prozessoren von Linux NetworX und der zugehörigen MAGMASOFTP® Clusterlizenz in Carmagnola bei Turin installiert. Die technische Leitung „Innovation und Forschung“ vor Ort und verschiedene Produktionsstandorte von Teksid Aluminium weltweit nutzen MAGMASOFTP® nun schon seit fast 10 Jahren.

Wesentliche Verringerung der Reaktionszeit

„Der erfolgreiche Einsatz von MAGMASOFTP® auf Windows PCs lässt uns eine wesentliche Verringerung der Reaktionszeit bei der Nutzung der MAGMASOFTP® Clusterversion erwarten“, sagt Dr. Marcello Badiali, Vice President of Engineering bei Teksid Aluminium. „MAGMASOFTP® wird bei uns nicht nur für unsere Gießereien eingesetzt. Wir nutzen die Software auch für den Support, um unsere Kunden in den frühen Phasen der Bauteilentwicklung zu unterstützen und haben somit einen ständig steigenden Bedarf an Simulationsläufen. Die von uns durchgeführten Benchmarks mit der MAGMASOFTP® Clusterversion, zusammen mit der bewährten Linux NetworX Hardware, haben uns davon überzeugt, eine neue Client-Server-Architektur zusätzlich zur exis-

tierenden PC-Umgebung einzusetzen. Diese Client-Server-Lösung wird zusammen mit der MAGMASOFTP® Clusterversion genutzt. Die Anwender können mit dieser Architektur weiterhin in ihrer gewohnten Umgebung arbeiten. Gleichzeitig kommen sie in den Genuss, die Lizenzen an den europäischen Standorten gemeinsam zu nutzen. Die Software deckt außerdem komplett die interne Kommunikation und Datenlogistik ab.“



Wesentliche Verringerung der Reaktionszeit. Vergleich der Simulation (1) mit dem fertigen Gussteil (2)

Bis zu 30-fache Leistungssteigerung

Teksid Aluminium installierte ein 8-Knoten Cluster Linux NetworX mit zwei Pentium IV 2.8 GHz Prozessoren und einem GByte Hauptspeicher pro Knoten. „Im Vergleich zur Ein-Prozessor-Workstation erwarten wir eine bis zu 30 mal schnellere Verarbeitung, abhängig vom modellierten Projekt“ gibt Pa-

olo Bovero, Process Simulation Manager bei Teksid Aluminium, bekannt. „Außerdem erlaubt uns die aktuelle Hardwarekonfiguration, unsere Kapazitäten einfach durch den Anschluss weiterer Knoten zu erweitern.“

Cluster Technologie: modernste Lösung für mittelgroße Unternehmen.

„Mit drei Installationen in Italien und mehr als zehn Installationen weltweit beweist Teksid Aluminium mit seiner Entscheidung, dass sich die Clustertechnologie auch in der Gießereibranche immer mehr zur bevorzugten Lösung entwickelt. Da die Anwender in ihrer gewohnten Softwareumgebung arbeiten können, entwickelt sich die MAGMASOFTP® Clusterversion immer häufiger zur starken Alternative für mittelgroße Unternehmen“, so Piero Parona, Sales Manager bei EnginSoft und MAGMASOFTP® Partner in Italien. Die Installation bei Teksid Aluminium ist die neueste eines MAGMASOFTP®-Clusters in Mitteleuropa: neben DaimlerChrysler in Stuttgart, Honsel in Meschede, Audi in Ingolstadt, von Roll in der Schweiz, De Globe in den Niederlanden, PSA in Frankreich und Zanardi in Italien. Weitere Clusterlizenzen wurden bei Nemak in Mexiko; Honda Group in Japan sowie Ford, Superior und CAPT in den USA installiert.

Kontaktadresse:

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



Leichtmetallguss hebt ab – Alu-Druckgussteile für Flugzeuge – einst zu teuer, heute auf dem Vormarsch

Druckgussteile aus Aluminium in Flugzeugen? «Nein, danke! Zu teuer!», lautete bisher die Antwort der Flugzeughersteller. Seit die ae light metals casting GmbH & Co. KG im deutschen Gerstungen zusammen mit der Bühler Druckguss AG das Druckgießen von Leichtmetall-Flugzeugteilen optimiert hat, gilt diese Aussage nicht mehr.

Im Flugzeugbau ist die Einsparung von Gewicht ein zentrales Thema, die Verwendung von Aluminium ein Muss. Das Druckgießen von Alu-Teilen war jedoch aus Rentabilitäts- und Qualitätsgründen bislang kein Thema. Vielmehr wurden die Alu-Teile bisher aus massiven Alu-Blöcken gefräst oder aus Alu-Blech in mehreren Arbeitsschritten zusammengebaut.

Neuer Prozess

Die zur ae group AG gehörende ae light metals casting GmbH & Co. KG in Gerstungen auf dem Gebiet der ehemaligen DDR hat nun auch mit Unterstützung der Bühler Druckguss AG den Durchbruch geschafft. Die Spezialisten haben in jahrelanger Forschungsarbeit einen Prozess entwickelt, der ein rentables Druckgießen von Aluminium-Teilen für den Flugzeugbau erlaubt. Die nach dem neuen Verfahren hergestellten Alu-Bauteile erfüllen die physikalischen Anforderungen bezüglich Festigkeit und Dehnwerten für eine Verwendung im Flugzeugbau problemlos.

Teile für Flugzeugsitze

Schon vor zwei Jahren wurde die Firma DRM Loeffler der ae group mit dem ersten

Preis des Aluminium-Druckgusswettbewerbes 2002 ausgezeichnet, und zwar für ein Halterungsteil für Sauerstoffmasken in Flugzeugen. Zwei weitere Komponenten aus Alu-Druckguss finden neuerdings in 2er- und 3er-Sitzgruppen der Flugzeughersteller Airbus und Boeing Verwendung. So löst ein Sitzfuss aus Aluminium-Druckguss die bisherige Stahlausführung ab. Und in den Armlehnen geben künftig zwei Halbschalen aus Aluminium, die im Elektronenstrahl-Schweißverfahren zusammengefügt werden, den Passagieren Halt. Die beiden Alu-Halbschalen ersetzen eine bisherige Blechsausführung, die aus 15 Komponenten zusammengenietet wurde. Mit den beiden Alu-Teilen können Gewicht und Kosten gespart werden. Zudem sind den Designern punkto Gestaltung keine Grenzen mehr gesetzt. Der



Verband der Aluminiumrecycling-Industrie e.V. hat die beiden Alu-Teile im Rahmen des Druckgusswettbewerbes 2004 ausgezeichnet. Die Juroren finden, dass die beiden Teile «interessante zukunftsweisende Perspektiven für die Verwendung in der Luftfahrttechnik aufzeigen».

Spezialist

Die ae group AG ist das Resultat eines Teil-Management-Buy-outs aus der DRM Druckguss GmbH in Nentershausen durch Gerhard Ankenbauer und Günter Engelbrecht im Jahr 1993. «a» steht für Ankenbauer, «e»

für Engelbrecht. Die ae group AG ist heute auf das Giessen von Leichtmetall spezialisiert und zählt zu den bedeutenden Zulieferern von montagefertigen Aluminium-Druckgussteilen und Komponenten, vor allem für die grossen Automobilhersteller und deren Systemlieferanten. An sechs Standorten in Nord- und Mitteldeutschland (Bebra-Iba, Gerstungen, Lübeck, Nentershausen, Schortens u. Selmsdorf) sowie in Polen (Strzelce Krajeńskie) und Österreich (AE Druckguss Linz GmbH) beschäftigt die ae group rund 1.600 Mitarbeiter. Bühler ist als global tätiger Technologiekonzern der Systempartner für Maschinen, Anlagen und Prozess-Know-how

in der Nahrungsmittelindustrie, der Chemischen Industrie sowie im Druckguss und beschäftigt weltweit rund 6.100 Mitarbeiter.

Kontaktadressen:

Bühler Druckguss AG, Beat Müller, Marketing,
CH-9240 Uzwil, Tel.: +41 (0)71 955 23 51
Fax: +41(0) 71 955 25 88
E-mail: beat.mueller@buhlergroup.com
www.buhlergroup.com

ae light metal casting gmbh & co kg
D-99834 Gerstungen, Am Kreuzweg,
Tel.: +49(0)36922 35 0, Fax: +49(0)36922 35 468,
E-Mail: ae.lmc@ae-group.de, www.ae-group.de



Messer Gruppe lockt nach Südchina

Ein unter anderem vom Industriegas-Spezialisten Messer unterstütztes Forum zeigt Investitionsmöglichkeiten im chinesischen Foshan auf. Messer gilt als einer der Pioniere bei Investitionen in China.

Die südchinesische Stadt Foshan im Herzen des Pearl River Deltas liegt in einem der dynamischsten Landesteile Chinas. Neben Industrieunternehmen aus Branchen wie Textilindustrie, Metallverarbeitung, Plastik oder Maschinenbau sind in Foshan vor allem Produktionsstätten für elektronische Geräte angesiedelt.

Investitionsforum für europäische Unternehmen

Ein Investitionsforum am 8. September im Industriepark Höchst bot Unternehmen die Möglichkeit, sich bei Vertretern der Stadt

Foshan und deutschen Wirtschaftsvertretern über Investitions- und Kooperationsmöglichkeiten zu informieren. Präsentationen gaben Aufschluss über den Standortvorteil und die Infrastruktur, Personalbildung und Verwaltung und eine Marktanalyse der ausländischen Investoren. Die Messer Gruppe, die Osram GmbH, die Industrie- und Handelskammer Frankfurt am Main und der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. unterstützten die Veranstaltung.

Messer Gruppe investiert 170 Millionen Euro in Produktionsanlagen in China

Im vergangenen Jahr hat die Messer Gruppe, die ihren Hauptsitz bei Frankfurt hat und in über 30 Ländern in Europa sowie in China und Peru tätig ist, 10 Millionen Euro in eine Luftzerlegungsanlage in Foshan investiert.

„Die Regierung von Foshan hat unsere Zusammenarbeit mit den ansässigen Unternehmen maßgeblich unterstützt“, berichtet Stefan Messer. „Wir planen nun eine zweite Produktionsanlage für Sauerstoff, Stickstoff und Argon im Industriepark von Foshan.“

Die Messer Gruppe gilt auch als einer der Pioniere bei Investitionen im Landesinneren Chinas, wie in den Provinzen Sichuan und Yunnan. In den vergangenen zehn Jahren hat der Industriegasespezialist in China 170 Millionen Euro vor allem in großtechnische Produktionsanlagen investiert. Über fünfzehn Messer Gesellschaften versorgen Kunden der Branchen Eisen und Stahl, Metallurgie, Elektronik, Chemie, Lebensmittel und Automobil.

Kontaktadresse:

Messer Austria GmbH
A-2352 Gumpoldskirchen, Am Kanal 2
Tel.: +43 50603 0, Fax: +43 50603 273
E-Mail: info@messer.at, www.messer.at

Kleinste tragbare Wärmebild-Kamera der Welt

Die neue Hochleistungs-Wärmebild-Kamera des Typs Guide M4 der Fa. Land Instruments eröffnet neue Dimensionen in der Thermographie. Ausgestattet mit zusätzlicher Tageslichtkamera, Laserpointer und riesigem Speicher von 1 GB bietet die ultrakompakte Wärmebildkamera bei einem Gewicht von nur 265 g einen Ausstattungskomfort, der sonst nur größeren Modellen vorbehalten ist. Der hoch auflösende, 160 x 120 Pixel-Detektor liefert brillante Wärmebilder, die mit den integrierten Temperaturmessfunktionen und zusätzlichem Tageslichtbild eine umfassende und sofortige Vor-Ort-Analyse ermöglichen. Die Darstellung der Wärme- und Tageslichtbilder sowie der

Messfunktionen erfolgt über ein hoch auflösendes 2,2" TFT- Farbdisplay.

Mehrere Messmodi mit Punkt- und Flächen-darstellung von Min-, Max- oder Mittelwerten, Isothermen und Profilen sowie dem Messbereich zwischen -20 und 250 °C machen die Wärmebildkamera zum universellen Messinstrument für vielfältige Anwendungen in der vorbeugenden Wartung und Instandhaltung.

Klein wie ein Handy und einfach zu bedienen, ist die Kamera ein leichter und unkomplizierter Begleiter. Zur Wärmebildkamera gehört ein umfangreiches Zubehör und ein komplettes Softwarepaket für die Bildverarbeitung und Berichterstellung am PC rundet das Lieferspektrum ab.



Die Land Guide M4 – kompakt und handlich,

Weitere Informationen: www.landinst.de

Interessante Neuigkeiten

Vorstellung eines Verfahrens zur schnellen Prüfung kompliziert geformter Hohlräume (Wassermantelkerne)

Acoustic Cavity Check System (ACCS)



Dipl.-Ing. Ulrich Stoermer

1988-1993 Studium Maschinenbau (Fachrichtung Angewandte Mechanik) an der TU Chemnitz, 1993-1997 Institut für Mechanik der TU Chemnitz (Schwingungsuntersuchungen an Textil-, Druck- und Verpackungsmaschinen). Seit 1997 im Automotive Bereich tätig, jetzt bei der AVL Tippelmann GmbH. Arbeitsfelder: Technische Berechnung (Festigkeits- und Modalanalysen mit FEM, Kinematik-Analysen) und Softwareentwicklung.

Moderne Verbrennungsmotoren zeichnen sich durch eine hohe Leistungsdichte aus und benötigen daher eine zuverlässige Kühlung. Das führt zu kompliziert geformten Wassermantelkernen mit teilweise sehr engen Kanälen. Neben der Herstellung ist auch die Qualitätskontrolle solcher Teile schwierig, zumal zufällig auftretende Kernbrüche eine 100%ige Überwachung der Serienfertigung erfordern, die mit herkömmlichen Prüfmethoden nicht realisierbar ist.

Das Durchstoßen mit flexiblen Nadeln scheitert als Prüfverfahren ebenso an der komplizierten Form und den vielfachen Verzweigungen im Wasserkern wie das Durchströmen, zumal Kernbrüche an den am wenigsten zugänglichen Kanälen mit den kleinsten Querschnitten am wahrscheinlichsten sind. Auch endoskopische Verfahren stellen hier keine brauchbare Alternative dar. Andere Verfahren wie Röntgen oder Tomographie eignen sich sehr gut, um den Entwicklungsprozess derartiger Teile zu begleiten, sind jedoch wegen des hohen Energie- und Personalaufwandes in der Regel nicht für die Serienfertigung anwendbar. Für eine zuverlässige Prüfung aller produzierten Teile, die für eine vollständige Prozesssicherheit unerlässlich ist, kommt zudem nur ein Prüfverfahren in Frage, das vollständig automatisiert und in die Fertigung integriert werden kann.

Das patentierte ACCS basiert auf der Bewertung akustischer Effekte. Dieser neuartige Ansatz nutzt aus, dass ein Schallsignal verändert wird, wenn es einen Hohlraum durchläuft. Der Einfluss eines Übertragungsweges auf ein übertragenes Signal wird als Übertragungsverhalten bezeichnet und mit Hilfe der frequenzabhängigen Übertragungsfunktionen qualitativ beschrieben. Mit dem ACCS werden diese Daten für aussagekräftige Übertragungswege am Zylinderkopf bestimmt und durch ein statistisches Verfahren bewertet, um die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, dass es sich bei einem untersuchten Teil um ein Gutteil handelt.

Die Idee, von der bei der akustischen Hohlraumprüfung ausgegangen wird, findet sich analog bei der experimentellen Modalanalyse. Dort wird ein Körper einer definierten

Schwingungsanregung ausgesetzt. Die Einleitung des Erregersignals erfolgt an einer bestimmten Stelle auf der Oberfläche des Körpers und an anderen Stellen werden die dadurch ausgelösten Schwingungsausgänge (Antwortsignale) aufgezeichnet. Aus den Spektren dieser Signale werden die Übertragungsfunktionen (Amplituden- und Phasenfrequenzgang) berechnet. Indem Erreger- und Antwortspektren in den Übertragungsfunktionen zueinander in Beziehung gesetzt werden, erhält man eine qualitative Beschreibung der Beeinflussung des Erregersignals auf dem betrachteten Übertragungsweg vom Ort der Anregung zum Messort des Antwortsignals. Diese Übertragungsfunktionen sind charakteristisch für den betrachteten Körper und werden durch seine Form, die Randbedingungen (Lagerung) und das Material beeinflusst. Bei der experimentellen Modalanalyse werden diese Größen weiterverarbeitet, um die modalen Eigenschaften des untersuchten Körpers (Eigenfrequenzen, Eigenformen, modale Dämpfung) zu bestimmen.

Ziel der akustischen Hohlraumprüfung ist es, ebensolche charakteristische Eigenschaften für einen luftgefüllten Hohlraum zu ermitteln. Für Untersuchungen an Wassermantelkernen bietet es sich an, die Durchtritte des Hohlraumes aus dem Zylinderkopf als Orte für die Anregung und die Erfassung der Antwortsignale zu nutzen. Nicht benutzte Öffnungen werden dabei jeweils verschlossen, um Einflüsse durch andere Schallquellen zu minimieren und so eine gute Reproduzierbarkeit der Messungen sicherzustellen. Aus den gemessenen Signalen werden wie bei der experimentellen Modalanalyse Spektren gebildet und Übertragungsfunktionen berechnet. Die so ermittelten Amplituden- und Phasenfrequenzgänge geben für jede

Frequenz des Spektrums an, wie ein sinusförmiges Signal mit eben dieser Frequenz beim Durchlaufen der Messstrecke verändert wird. Dabei zeigt der Amplitudenfrequenzgang, wie stark Signale einer bestimmten Frequenz verstärkt oder vermindert werden. Aus dem Phasenfrequenzgang ist erkennbar, welche Phasenverschiebung bei einer bestimmten Frequenz zwischen Erreger- und Antwortsignal auftritt.

Prinzipiell könnten auf diese Art und Weise alle interessierenden Frequenzen einzeln überprüft werden. Die Datenerfassung lässt sich aber erheblich vereinfachen, wenn stattdessen ein breitbandiges Signal verwendet wird, in dem alle Frequenzanteile innerhalb eines bestimmten Bereiches gleichmäßig vertreten sind.

Je nach Anzahl der Durchtritte des Wassermantelkerns kann eine große Anzahl von Übertragungswegen ausgewertet werden. Die Übertragungsfunktion jedes Übertragungsweges ist für diesen charakteristisch, das heißt von der Gestalt des Hohlraumes abhängig. Folglich führt jede Änderung an der Geometrie des Hohlraumes, wie sie zum Beispiel durch Kernbrüche oder -verschiebungen verursacht wird, zu einem veränderten Übertragungsverhalten, wobei unterschiedliche Übertragungswege mehr oder weniger sensibel auf eine bestimmte Änderung reagieren.

Die Erfassung der Zeitverläufe ist mit relativ preiswerter Hardware (Schallerzeuger, Messmikrofone und Datenerfassungskarte für den PC) möglich, wobei die AD-Wandlung für alle Kanäle simultan erfolgen sollte, um die Phasenfrequenzgänge sicher bestimmen zu können. Die Anzahl der Messkanäle wird dadurch bestimmt, wie viele Übertragungswege für eine zuverlässige Gut-Schlecht-Unterscheidung ausgewertet werden müssen und wie viel Zeit dafür zur Verfügung steht. Ist die Messdauer unkritisch, kann eine vielkanalige Messung in mehrere Messungen auf wenigen Kanälen aufgeteilt werden.

Für die Bewertung, auf deren Basis die Gut-Schlecht-Unterscheidung der Prüflinge erfolgt, muss das Übertragungsverhalten des

Prüflings mit einer Referenz verglichen werden, die ein Gutteil repräsentiert. Die Übertragungsfunktionen liegen punktweise vor, weil die Erfassung der Zeitverläufe von Erregung und Antwort während der Dauer der Messung mit festgelegter Abtastfrequenz ebenfalls punktweise erfolgt. Real- und Imaginärteil von Übertragungsfunktionen gleichartiger Übertragungswege, die mit



Laboraufbau mit Analysator, Messmikrofon und Lautsprecher

gleicher Messdauer und gleicher Abtastfrequenz bestimmt wurden, können also direkt miteinander verglichen werden. Um die Abweichungen in einer einzigen Kennzahl zu quantifizieren, können beispielsweise die Mittelwerte der absoluten oder relativen Differenzen herangezogen werden. Nach bisherigen Erfahrungen gelingt die Bewertung jedoch anhand der Korrelation besonders gut.



Wassermantelkern

Der nahe liegende Ansatz, das Übertragungsverhalten unbekannter Teile direkt mit dem eines bestimmten Gutteils zu vergleichen, führt nicht zum Erfolg. Einerseits weichen auch die Übertragungsfunktionen der Gutteile voneinander ab, so dass die Auswahl eines bestimmten Gutteils als Referenz nur willkürlich erfolgen kann. Andererseits können sich bei der Fertigung durch schleichende Änderungen (z.B. Verschleiß der Kernform) Abweichungen von einem einmal festgelegten Gutteil ergeben, die nicht auf eine funktionsbeeinträchtigende Schädigung hinweisen. Deswegen werden mehrere Gutteile zu einer Referenzgruppe zusammengefasst, deren Übertragungsfunktionen gemittelt werden. Mit der Streuung der Korrelationen der Übertragungsfunktionen der einzelnen Teile in der Referenzgruppe gegenüber den gemittelten Übertragungsfunktionen, erhält man ein Maß für die zulässige Abweichung, die typischerweise unter Gutteilen auftritt. Um ein unbekanntes Teil zu bewerten, wird die Korrelation seiner Übertragungsfunktionen mit den entsprechenden gemittelten Übertragungsfunktionen der Referenzgruppe betrachtet. Geht man für eine statische Bewertung von einer Normalver-

teilung der Abweichungen aus, kann für jedes Teil eine Gutteilwahrscheinlichkeit angegeben werden. Die Grenzwahrscheinlichkeit, unterhalb der ein so klassifiziertes Teil als fehlerhaft einzustufen ist, muss in Vorversuchen ermittelt werden.

Um die bereits erwähnten schleichenden Änderungen an den Gutteilen als Ursache für fehlerhafte Bewertungen auszuschließen, kann man schließlich dazu übergehen, die Referenzgruppe nicht statisch zu bilden, sondern immer jeweils ein Fenster von mindestens 20 Prüflingen zu untersuchen. Weil man davon ausgehen kann, dass in dieser Prüfgruppe – wenn überhaupt – nur sehr wenige Schlechteile enthalten sind, werden zunächst alle Prüflinge in die Referenzgruppe aufgenommen. Einzelne Schlechteile haben dann nur geringen Einfluss auf die gemittelten Übertragungsfunktionen, so dass sich größere Abweichungen auch in diesem Fall in geringeren Gutteilwahrscheinlichkeiten auswirken und auf Schlechteile hindeuten. Indem jeweils das Teil mit der geringsten Gutteilwahrscheinlichkeit aus der Referenzgruppe entfernt wird, erhält man eine immer schärfere Abgrenzung.

Alle Berechnungen, die zur Bewertung führen, setzen auf die pro Teil einmalig ermittelten Übertragungsfunktionen auf und laufen auf modernen Computern innerhalb weniger Sekunden ab, so dass für die Untersuchung letztlich nur die für die Messung und das Teilehandling erforderlichen Zeiten ins Gewicht fallen.

Für die Anpassung des Verfahrens an eine konkrete Messaufgabe sind, wie bereits erwähnt, Voruntersuchungen notwendig, die an einer größeren Anzahl von Gutteilen und an präparierten Teilen mit typischen Fehlern erfolgen müssen. Ziel ist dabei, geeignete Parameter für die Messwerterfassung und die Bewertung zu finden (Frequenzbereiche, Abtastfrequenz, Filterung, Wichtung, ...). Zudem soll der Aufwand für alle weiteren Messungen reduziert werden, indem diejenigen Übertragungswege ermittelt werden, die besonders empfindlich auf die gesuchten Fehler reagieren.

Die ersten Versuche mit der akustischen Hohlraumprüfung erfolgten an Wasserman-

telkernen in Zylinderköpfen. Dabei konnte die Eignung des Systems für diese spezielle Anwendung unter Laborbedingungen nachgewiesen werden. Das physikalische Prinzip ist aber für beliebige Hohlräume anwendbar, wobei sich die Trennschärfe zwischen Gut- und Schlechteilen generell verbessert, wenn eine größere Anzahl von Übertragungswegen ausgewertet werden kann. Die akustische Hohlraumprüfung ACCS eignet sich also generell für die Qualitätskontrolle kompliziert geformter Hohlräume in Gussteilen, die in großer Stückzahl gefertigt werden. Fertigungsfehler wie Kernbrüche oder -verschiebungen sowie Fremdkörper oder Verschlüsse in den Kanälen können erkannt werden, bevor weitere Bearbeitungsschritte erfolgen oder ein nicht funktionstüchtiges Teil ausgeliefert wird. Das beschriebene Verfahren ist automatisierbar und kann innerhalb der üblichen Taktzeiten direkt in den Produktionsprozess integriert werden. Damit wird eine vollständige Prüfung aller Teile möglich. Das ACCS zeichnet sich zudem durch einfache Hardwareanforderungen, geringen Verschleiß und niedrigen Energieverbrauch aus.

Bei der AVL-Tippelmann GmbH werden seit 1979 Prüfstände für die Untersuchung des Strömungsverhaltens an Zylinderköpfen (Durchfluss, Drall, Tumble) in unterschiedlichen Größen mit verschiedenem Automatisierungsgrad (vom Laborprüfstand bis zur vollautomatischen Serienprüfeinrichtung) entwickelt und gefertigt. Deswegen kann sowohl auf solide Erfahrungen in der elektronischen Messwerterfassung als auch auf umfangreiches Know-how im automatisierten Teilehandling zurückgegriffen werden, um flexible Lösungen für die Anwendung der akustischen Hohlraumprüfung für unterschiedliche Kopf- und Kernformen zu entwickeln.

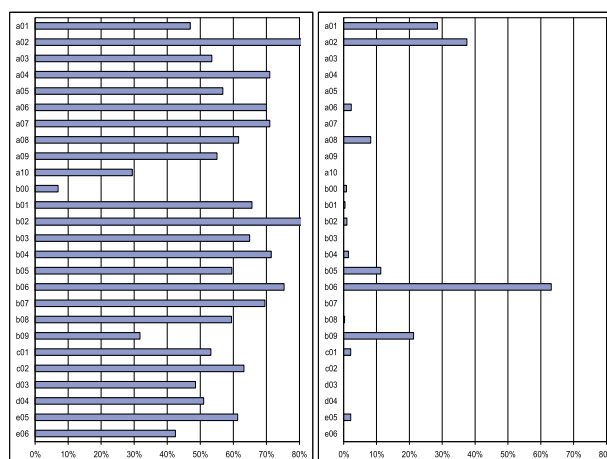
Kontaktadresse:

AVL Tippelmann GmbH
D-74196 Neuenstadt am Kocher
Otto-Neumeister
Straße 8, Tel: +49 (0)7139 9318-00
Fax: +49 (0)7139 9318-05
E-Mail: info@avl-tippelmann.com
www.avl-tippelmann.com

Gut-Wahrscheinlichkeit für verschiedene Übertragungswege (a01-e06):

Linkes Säulendiagramm: Gutteil;

Rechtes Säulendiagramm: Teil mit beschädigtem Wasserkern (ein Kanal gebrochen, wie im Bild rot markiert).



Veranstaltungskalender

Weiterbildung – Seminare – Tagungen – Kongresse – Messen

Der Verein Deutscher Gießereifachleute (VDG) bietet im 2. Halbjahr 2005 folgende Weiterbildungsmöglichkeiten an:

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

2005

27.10.	Duisburg	Gusseisen mit Vermiculargrafit (IV)
27./29.10.	Bad Kissingen	Erfolgreiches Führen (WS)
11./12.11.	Heilbronn	Kemmacherei (QL)
16./17.11.	Duisburg	Fortbildungslehrg. f. Immissionsschutzbeauftragte in Gießereien
23./24.11.	Hannover	Emissionsreduzierte Binder i.d. Kern- u. Formherstellung (FT)
23./24.11.	Aalen	Mg-Druckguß in Theorie u. Praxis (PS)
24./26.11.	Stuttgart	Grundlagen der Gießertechnik (QL)
30.11./01.12.	Heilbronn	Moderne Technologien im Modell- u. Formenbau (S)
01./03.12.	Duisburg	Grundlagen der Gießertechnik für Eisenguß (QL)
07.12.	Düsseldorf	Qualitätsmanagement in der Gießerei (IV)
07./08.12.	Heilbronn	Gussteilfertigung mit chemisch gebundenen Formstoffen (S)
09./10.12.	Heilbronn	Putzerei und Rohgussnachbehandlung (QL)
14./15.12.	Duisburg	Herstellung von Gusseisen mit Kugelgrait (S)

Nähere Informationen erteilt der VDG: D-40237 Düsseldorf, Sohnstraße 70, Tel.: +49 (0)211 6871 0, E-Mail: weiterbildung@vdg.de, Internet: www.vdgweiterbildung.com
Leiter der VDG-Weiterbildung: Dipl.-Ing. Marc Sander, Tel.: +49 (0)211 6871 363, E-Mail: marc.sander@vdg.de

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

Weitere Veranstaltungen:

2005

18./20.10.	Essen	3.parts2clean – Int. Fachmesse f. Teilereinigung u. -trocknung (www.parts2clean.com)
19./20.10.	Strasbourg (F)	ATF-Ctif-Gießereifachtag "Erhöhte Wettbewerbsfähigkeit durch Beherrschung von Prozessen" (www.ctif.com)
19./21.10.	Graz	7. Int. Automobilforum Graz (www.automobilforum-graz.de)
20./21.10.	Santander (E)	10 th International Meeting on modern Cupolas (www.cupolaconference.org)
20./22.10.	London (UK)	FOUNDRY INTERNATIONAL LONDON 05 (Birmingham 12./15.10. abgesagt!) (www.foundryinternational2005.com)
20./22.10.	Modena (I)	Alumotive 2005 (www.alumotive.it)
25./27.10.	Karlsruhe	Fortbildungsseminar Moderne Methoden der Literatur- und Patentrecherchen (www.dgm.de)
25./27.10.	Brno	1 st Int. Conference STEELSIM 2005 (www.trz.cz/steelsim05)
27./28.10.	Freiberg/Sa.(D)	15. Ledebur-Kolloquium (Info u. Anmldg. Claudia.Dommaschk@ifg.tu-freiberg.de)
31.10./01.11.	Indianapolis	IN AFS Int. Conf. on High Integrity Light Metal Castings (www.afsinc.org)
03./04.11.	Leoben	3. Werkstoffkongress „Neu gegen Alt“ (www.materialcluster.at)
10./11.11.	Düsseldorf	Stahl 2005 „Werte im Wandel“ (www.stahl2005.de)
14./15.11.	Mainz	Strategieforum Automobilzulieferer (www.strategieforum-auto.de)
15./17.11.	Hannover	Fortbildungsseminar Moderne Beschichtungsverfahren (www.dgm.de)
21./22.11.	Aachen	2.Hochschul-Kupfersymposium (www.kupferinstitut.de)
22./24.11.	Geesthacht (D)	DGM-Fortbildungsseminar MAGNESIUM (www.dgm.de)
23./24.11.	Hannover	Internat. VDG-WFO-Konferenz "Emissionsarme Binder für Form- und Kernfertigung" (www.thewfo.com/eventdetail.php?event_id=8)
30.11./03.12.	Frankfurt/M.	EuroMold 2005 (www.euromold.com)
02.12.	Aachen	Gießerei-Kolloquium der RWTH-Aachen (Info: sekretariat@gi.rwth-aachen.de)

2006

14./15.02.	Duisburg	Formstoff-Tage (www.formstofftage.de)
07./09.03.	Nürnberg	6. Int. EUROGUSS 2006 (www.euroguss.de)
18./21.04.	Columbus/OH	110 th Metalcasting Congress (www.metalcastingcongress.org)
16./19.05.	Brno	Fondex
17./20.05.	Brescia (I)	6.Metef - Foundeq - Timatec (www.metef.com)
28.05./02.06.	Opio (F)	11. Internat. MCWASP-Conference on Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes (www.mcwasp.org)
04./07.06.	Harrogate (UK)	67 th World Foundry Congress
05./07.06.	Harrogate Foundry	Fumace a. Castings Expo (www.ffc-expo.com)
12./14.06.	Opatja (HR)	7 th Int. Foundrymen Conference of Croatia (www.simet.hr/~foundry)
20./22.09.	Essen	Aluminium 2006 – 6. Weltmesse mit Kongress
10./13.10.	Wien	automation – ie – intertool – Messtechnik Austria - Schweißen
10./11.11.	Frankfurt/M	Material Vision – Fachmesse u. Konferenz (www.material-vision.messefrankfurt.com)
14./18.11.	Basel (CH)	PRODEX mit SWISSTECH 2006 (www.prodex.ch)

2007

12./16.06.	Düsseldorf	GIFA (www.gifa.de) – METEC (www.metec.de) – THERMPROCESS (www.thermprocess.de) – NEWCAST (www.newcast-online.de) und WFO TECHNICAL FORUM 2007
------------	------------	--

Emissionsreduzierte Binder in der Kern- und Formherstellung

WFO-VDG-Fachtagung am 23./24. November 2005 in Hannover

Diese internationale Fachtagung über umweltverträgliche Formstoffbinder wird von der WFO-Kommission 4 „Umweltschutz“ gemeinsam mit der WFO-Kommission 1.6 „Anorganische chemische Binder“, dem Verein Deutscher Giessereifachleute VDG sowie der Volkswagen-Gießerei Hannover veranstaltet.

Auf dieser Konferenz sollen aktuelle Entwicklungen in den Bereichen Reduzierung von Emissionen und Gerüchen, Substitution von Gefahrstoffen sowie Abfallvermeidung bzw. –verringerung in der Gießerei vorgestellt werden. Neben dem Themenkreis anorganische chemische Formstoffbinder werden auch Aspekte moderner organischer Bindersysteme sowie der bentonitgebundenen Formstoffe behandelt.

Der Schwerpunkt der Veranstaltung liegt dabei auf der Vermittlung von Erfahrungen mit diesen Systemen aus der Gießereipraxis als Entscheidungshilfe für potenzielle Anwender.

Neuartige Einsatzstoffe für Kerne und Formen sind seit einiger Zeit ein Schwerpunkt der heutigen gießereitechnischen Entwicklung. Es gibt deutlich verbesserte organische Binder für die Fertigung von Serienkernen oder für die Herstellung von kalthärtenden Formteilen, und anorganische Binder zur Kernherstellung sind beim Übergang von der Entwicklung zur Serienfertigung angekommen.

Auch für bentonitgebundene Formstoffe gibt es neue, bisher jedoch kaum bekannte Maßnahmen zur Emissionsminderung.

Bei der Tagung stehen Erfahrungen, die in Gießereien gemacht worden sind, ganz im Vordergrund.

Konferenzsprachen sind Deutsch und Englisch (Simultanübersetzung).

Die Vorträge werden in einem Konferenzband veröffentlicht. **Vollständiges Programm und Anmeldemöglichkeit:** www.vdg.de

Das Tagungsprogramm im Überblick: 23. November 2005

- Form- und Kernherstellung – Best verfügbare Technologien und moderne technische Maßnahmen.
- Kernherstellung: Berichte über Erfahrungen in Gießereien mit neuen, anorganischen Bindern.
- Podiumsdiskussion: Zukunft der Kernherstellung in Aluminium- und Eisengießereien.

24. November 2005

- Formstoffe in Eisen-, Stahl- und Buntmetallgießereien – Erfahrungsberichte mit bentonitgebundenen Formstoffen oder kalthärtenden Formstoffsystemen.
- Podiumsdiskussion: Zukunft der Formstoffe
- Alternativ: Werksbesichtigung in Aluminiumgießereien der Volkswagen AG oder der Rautenbach-Guss Wernigerode GmbH.



Neue Mitglieder

Ordentliche (Persönliche) Mitglieder

Weiß, Konrad, Dr.-Ing., Geschf. der RWP GmbH, D-52159 Roetgen, Am Münsterwald 11

Privat: D-52159 Roetgen, Mühlenstraße 27

Personalia

Wir gratulieren zum Geburtstag



Herrn KR Dkfm. Dr. **Franz Dolezal-Brandenberger**, A-1050 Wien, Schön-

brunnerstraße 13, **zum 65. Geburtstag** am 22. Oktober 2005.

Bereits kurz nach Ablegen der Matura 1958 trat Franz Dolezal-Brandenberger in das Unternehmen seiner Adoptivmutter Wallner & Neubert als kaufmännischer Angestellter ein. Neben der Praxis im Unternehmen absolvierte er das Studium an der Hochschule für Welthandel, welches er im April 1964 mit dem Doktorat für Handelswissenschaften abschloss.

Auf der Hochschule begegnete er auch als seinem Lehrer dem langjährigen Vorsitzenden und heutigen Ehrenvorsitzenden des VÖG, KR Prof. Dkfm. Ing. Dr. Franz Sigut. Nicht nur an der Hochschule, sondern auch in der späteren Praxis war Dr. Dolezal-Brandenberger in seinem weiteren beruflichen Lebensweg eng mit Professor Sigut verbunden.

Seit mehr als 47 Jahren ist Dr. Dolezal-Brandenberger nun in der Gießereibranche tätig, wobei bei seinem Eintritt bei Wallner & Neubert das Schwergewicht des Sortiments noch bei Herd- und Ofenguss lag. Wallner & Neubert war Marktführer im Verkauf von Kamintüren, welche im Zuge des Wiederaufbaus nach dem Krieg zu Tausenden in den Neubauten – in jedem Zimmer war ja ein Kaminanschluss vorgesehen – benötigt wurden.

Zum Sortiment gehörten ebenfalls Herd- und Herdplatten, deren Bedeutung jedoch zusehends verloren ging. Anders verhielt es sich mit dem Gussbedarf im Kanalbau. Hier bestand in Österreich ein Nach-

holbedarf und Wallner & Neubert verstand es, diese Chance wahrzunehmen und als Marke „Wallner & Neubert“ österreichischen Kanalguß – Schachtabdeckungen, Einlaufgitter, Kanalgitterroste, Gullis für Hausentwässerungen etc. – zu produzieren.

An dieser Entwicklung hatte Dr. Dolezal-Brandenberger, der 1969 nach dem Tod seiner Adoptivmutter die Leitung des Unternehmens übernahm, maßgeblichen Anteil, und auf seiner Initiative fußt auch die ÖNORM für Schachtabdeckungen und Einlaufgitter, deren wesentliche Elemente auch nach Einführung der europäischen Norm EN124 nach wie vor Geltung haben.

Das Unternehmen Wallner & Neubert GmbH – das 1991 erworbene Tochterunternehmen Purator Umwelttechnik wurde 2002 eingegliedert – beschäftigt heute über 200 Mitarbeiter, 100 bereits in den letzten 15 Jahren gegründeten Auslandszweigstellen (Tschechien, Ungarn, Polen, Rumänien, Slowakei, Slowenien und Bosnien). Mit Eintritt in das 65. Lebensjahr hat Dr. Franz Dolezal-Brandenberger die Geschäftsführung des Hauses Wallner & Neubert 2005 seinem Sohn Mag. Christoph Dolezal-Brandenberger übertragen, wobei er diesem als Gesellschafter und nun Vorsitzender des Aufsichtsrates zur Seite steht.

KR Dkfm. Dr. Franz Dolezal-Brandenberger ist seit 2000 Mitglied des Vereins Österreichischer Giessereifachleute.

Dem Jubilar ein herzliches Glückauf!

Unsere Toten – Wir trauern um

Ing. **Hubert Eder**, A-2640 Gloggnitz,
Enzenreith 16.



Geb. 27.09.1930 – gest. 24.08.2005

Eine große Trauergemeinde nahm am 31. August am Waldfriedhof seiner Heimatstadt Gloggnitz Abschied von Ing. Hubert Eder, der am 24. August nach kurzer schwerer Krankheit im 75. Lebensjahr verstorben ist.

Geboren in Hirschwang / NÖ, besuchte Hubert Eder die Grundschulen in Gloggnitz,

Neunkirchen und Berndorf, unterbrochen vom Kriegsdienst, zu dem er als 14-Jähriger einberufen wurde. Nach Maturaabschluss an der Maschinenbauschule Wr. Neustadt begann Hubert Eder seine Berufslaufbahn zunächst für drei Jahre im elterlichen Gießerei-Betrieb und wechselte 1954 in die Steyr-Werke nach Steyr. 1956 kehrte er, nach schwerer Erkrankung seines Vaters, in den eigenen Familienbetrieb zurück und widmete sich zunächst der Strahlmittelerzeugung auf Basis Hartguß. Er nimmt Kontakt zum „europäischen Strahlmittelpapst“ Professor Gesell auf und beginnt das Unternehmen zu modernisieren und in Richtung Stahl-Schroterzeugung auszubauen. Mit ERP-Förderungsunterstützung werden eine NF-Ofenanlage installiert, ein nasschemisches und ein mechanisches Labor eingerichtet und eine Verdünnungsanlage entwickelt, sodaß das Unternehmen mit Beharrlichkeit und mit zielstrebigem Entwicklungseinsatz in die Lage versetzt wird, mit basischer Ofenzustellung qualitativ hochwertigen Stahlgusschrott zu erzeugen. Durch Verkaufsseminare, Werbung und

Technischen Außendienst werden die Kundenkontakte in den Folgejahren gefestigt und erweitert.

Nach einer turbulenten Marktentwicklung entschließt sich Hubert Eder 1984, die eigene Stahl-Strahlmittelproduktion einzustellen, die Hartgußproduktion auszubauen sowie Strahlmaschinen in das Verkaufsprogramm zu integrieren. Die Stahl-Strahlmittelversorgung wurde durch einen Vertriebsvertrag mit Wheelabrator Allevard gesichert.

Die Umstrukturierung führt im Juni 1987 zur Gründung der EDER-Strahltechnik Ges.m.b.H., die Ing. Hubert Eder 1990 an seine beiden, bereits seit vielen Jahren im Unternehmen tätigen Söhne Albert und Gerhard, übergibt und sich 60-jährig in den Ruhestand zurückzieht.

Ing. Hubert Eder war seit 1952 Mitglied im Verein Österreichischer Gießereifachleute.

Wir werden unserem verstorbenen Mitglied ein ehrendes Gedenken bewahren.

Bücher und Medien



Aluminium-Werkstoffdatenblätter



Zusammenstellung genormter Aluminium-Knet- und Gusswerkstoffe, ihrer Eigenschaften und Verwendung.

Datenaktualisierte und erweiterte 4. Auflage 2004, Aluminium-Verlag Marketing & Kommunikation GmbH, Düsseldorf. Von Dr.-Ing. John Datta, 204 Seiten, 82 Werkstoffblätter in Tabellenform, Spiralbindung, 21 x 29,5 cm, ISBN 3-87017-281-9, Preis: € 109,-.

Diese Auflage enthält Daten für 21 Gußlegierungen und 40 gängige Knetwerkstoffe. Die harmonisierte europäische Norm für Gusswerkstoffe, DIN EN 1706, ist nun gültig und ersetzt die frühere nationale Norm DIN 1725-2 für Gusslegierungen.

Die Werkstoffdaten für die nach DIN 1725-2 genormten Legierungen werden aber weiterhin geführt, um die älteren Bezeichnungen charakterisieren zu können.

Die verbreitete Guss-Legierung EN AC-42200 (EN AC-AISI7Mg0,6) wurde neu aufgenommen.

Nachstehende Gusslegierungen sind enthalten:

Gusslegierungen (DIN EN 1706)	Gusslegierungen (DIN 1725 2)
21000 Al Cu4MgTi	AlSi12
21100 Al Cu4Ti	AlSi12(Cu)
42100 Al Si7Mg0,3	AlSi10Mg
42200 Al Si7Mg0,6	AlSi10Mg(Cu)
43000 Al Si10Mg(a)	AlSi9Cu3
43200 Al Si10Mg(Cu)	AlSi6Cu4
43300 Al Si8Mg	AlSi11
43400 Al Si10Mg(Fe)	AlSi9Mg
44000 Al Si11	AlSi7Mg
44200 Al Si12(a)	AlCu4Ti
44300 Al Si12(Fe)	AlCu4TiMg
45000 Al Si6Cu4	AlMg3
46000 Al Si9Cu3(Fe)	AlMg3Si
46200 Al Si8Cu3	AlMg5
47000 Al Si12(Cu)	AlMg5Si
47100 Al Si12Cu1(Fe)	AlSi5Mg
48000 Al Si12CuNMg	AlSi9Cu3
51100 Al Mg3(a)	AlSi12(Cu)
51200 Al Mg9	AlSi12
51300 Al Mg5	AlSi10Mg
51400 Al Mg5(Si)	AlMg9
71000 Al Zn5Mg	

Aluminiumrecycling

Vom Vorstoff bis zur fertigen Legierung

Herausgeber: Verband der Aluminiumrecyclingindustrie (VAR), Düsseldorf 2000, bear-



beitet von Dr.-Ing. Klaus Krone, Institut für Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling (IME) an der RWTH Aachen.

728 Seiten, ca. 400 Abbildungen und Tabellen. Hardcover 16x24,5 cm. ISBN 3-00-003839-6.

Zu beziehen über die Aluminium-Verlag Marketing und Kommunikation GmbH, D - 40003 Düsseldorf, Postfach 10 12 62, oder über den Buchhandel. Preis: € 65,- zzgl. Versand.

Endlich gibt es ein Handbuch für den Praktiker, den Wissenschaftler, aber auch den interessierten Laien, das das Recycling von Aluminium umfassend darstellt.

Dem Leser wird vor Augen geführt, dass es beim Aluminiumrecycling nicht darum geht, Aluminiumschrott zu entsorgen, sondern dass die Wiederverwertung vielmehr ein integrierter, technisch anspruchsvoller und wirtschaftlich behutsamer Teil der Rohstoffversorgung der Aluminiumindustrie ist. Als Konsequenz hieraus liegt einer der Schwerpunkte des Werkes bei der Darstellung der Aufbereitungs- und Schmelztechnik; sie nimmt nahezu ein Drittel des Buchumfangs ein und wird aufgrund der umfassenden, mit zahlreichen Grafiken und Tabellen ergänzten Informationen auch den allgemein an ein Lehrbuch gestellten Anforderungen gerecht. Die Beschreibung der technischen Abläufe wird erweitert um die Darstellung der öko-

logischen, ökonomischen und rechtlichen Aspekte, die bei der Wiederverwertung zu beachten sind. Eingegangen wird in diesem Zusammenhang auch auf die Grundlagen der Ökobilanzierung, der Stoffstromanalysen, der Qualitätssicherung sowie der Preisbildungsmechanismen, und selbst die europäische und globale Dimension des Aluminiumrecyclings wird gewürdigt.

Wer sich heute mit Aluminiumrecycling beschäftigt, wird an diesem Buch nicht vorbeigehen können.

Aus dem Inhalt: Aluminiumrecycling – eine erfolgreiche Geschichte / Wirtschaftliche Bedeutung / Vorstoffe / Sammlung, Lagerung und Transport von Vorstoffen, Produkten und Reststoffen / Bemusterung und Bewertung von aluminiumhaltigen Vorstoffen / Technologie der Herstellung von Aluminium-Guss- und Knetlegierungen / Aluminium-Guss- und Knetwerkstoffe / Herstellung von Spezialprodukten / Vorlegierungen / Betriebskontrolle und Qualitätssicherung sowie Qualitätsmanagement / Umweltschutzmaßnahmen in der Sekundäraluminiumindustrie / Anfall, Verwertung und Beseitigung von Reststoffen / Ökologische Aspekte des Aluminiumrecyclings / Gesetze, Verordnungen und sonstige Vorschriften / Anhang.

Directory „Magnesium of the World“



Von Dr.-Ing. Renee Poss, Aluminium-Verlag Marketing & Kommunikation GmbH, Düsseldorf 2005, ca. 500 Seiten, Kombination Deutsch/Englisch.

Basiswerk Print, ISBN 3-87017-287-9, Basiswerk CD-ROM ISBN 3-87017-279-7.

Preis jeweils € 495,- zzgl. Versand.

Der Inhalt beschäftigt sich mit der Vielfalt des weltweiten Magnesium-Marktes und der liefernden Industrie. Hier gewinnen Sie einen Einblick in den bestehenden Magnesium-Markt, finden Ihre Kunden und auch Ihre Zulieferer, sowie Unternehmen, die Ihnen bei Fragen und Problemen weiterhelfen können. Für die Angebotseinholung werden die Wettbewerber dargestellt und soweit wie möglich beleuchtet. Der Wettbewerbsvergleich kann aufgrund von Produktionsdaten und technischen Gegebenheiten beurteilt werden. Durch die übersichtliche Darstellung finden Sie schnell die richtigen Kontaktmöglichkeiten zu den Firmen und die entscheidenden Ansprechpartner ohne lange Suche. Das Directory zeigt die nationalen und internationalen Magnesiumkapazitäten auf. Für Ihre Akquisitionsbemühungen ist dieses Werk ein unverzichtbares Instrument. Sein Ziel ist, einen Überblick über bestehende Magnesium-Unternehmen zu liefern. Sortiert sind die Unter-

nehmen nach verschiedenen Aufgabenfeldern. Zu jeder einzelnen Firma bietet das Werk Informationen zu Adressen, Ansprechpartnern, Web-Informationen, Produkten, Kontrollmöglichkeiten und weiteres Know-how. In der Erstauflage werden 150 Unternehmen präsentiert. Eine Aktualisierung ist jährlich geplant.

Aus dem Inhalt: Magnesium-Rohstofflieferanten / Guß und Druckguß / Extrusion / Schmieden / Thixotechnik / Entwicklung / Recycling / Verbände / Forschung / Blech / Draht / Pulver / Oberflächentechnik / Technologielieferanten / sonstige Märkte.

Das Werk ist für Geschäftsführer, Leiter F & E, Konstrukteure, Einkaufsleiter, Produktionsplaner und Vertriebsleiter eine wertvolle Informationsquelle.

Zu beziehen von:

Aluminium-Verlag Marketing und Kommunikation GmbH, D-40003 Düsseldorf, Aachener Straße 172, Postf. 10 12 62, Tel.: +49 (0)211 1591 371.

TRANSACTIONS of the American Foundry Society



Band 113 (2005), in **Buchform**, Hardcover, über 1100 Seiten, 22 x 28 cm, ISBN: 0-87433-284-2, Preis: USD 500,-, für pers. AFS-Mitglieder USD 375,-.



Band 113 (2005), auf **CD-ROM**, enthält alle Vorträge, die anlässlich der CastExpo '05 von 16. bis 19. April 2005 in St. Louis gehalten worden

sind. Die Beiträge vermitteln den neuesten Stand der weltweiten Gießereitechnologie. ISBN: 0-87433-283-4.

Inhalt: Aluminum/Cast Iron/Engineering/Environmental, Health & Safety/Human Resources/Lost Foam Casting/Magnesium/Marketing/Melting Methods & Materials/Molding Methods & Materials/Pattern & Foundry Tooling/Steel.

Bestell-Nr.: TX05CD, Preis: USD 250,-, für persönliche AFS-Mitglieder USD 187,50.

Ductile Iron Society's 2003 Keith D. Millis World Symposium on Ductile Iron on CD-ROM

Die Vorträge des von der amerikanischen Ductile Iron Society von 20. bis 23. Oktober



2003 auf Hilton Head Island veranstalteten Keith D. Millis Sphäroguß-Weltsymposiums sind auf einer CD-ROM zum Preis von USD 100,- (USD 75,- für

AFS-Mitglieder) erhältlich. AFS-Bestell Nr.: FC03CD.

Inhalt: Reibungs- u. Verschleißeigenschaften von Gusseisen mit Kugelgraphit bei trockener Reibung/Gussfehler-Analyseverfahren mit Beispielen/Stand der weltweiten Normen für Gusseisen mit Kugelgraphit/Einfluß der Einsatzmaterialien auf die Schlackenbildung von SG-Schmelzen u.a.

Bestellungen:

AFS American Foundry Society, 695 Penny Lane, Schaumburg, IL 60173-4555/USA, Tel.: +1 847/824-0181/Fax: 847/824-7848, E-Mail: library@afsinc.org, www.afsinc.org/estore

Inclusions in Aluminum Casting Alloys

Herausgegeben von David Neff, Hardcover Ringbuch 29x29 cm, AFS-Publikation 2005, ISBN: 0-87433-286-9. Es handelt sich um eine vom „Molten Aluminium Processing Committee“ herausgegebene umfangreiche Sammlung von wesentlichen Veröffentlichungen über Einschlüsse in Aluminiumguß in 4 Kapiteln: Theorie der Einschlussbildung, Einschlussquellen und Identifikation/Auswirkungen von Einschlüssen und Wechselwirkungen mit dem Gießverfahren/Beurteilung von Einschlüssen und deren Auswirkungen/Flüssigmetall-Behandlung: Schlackenbildung, Filtration und Flotation.

Eine CD ist dem Ringbuch beigegeben.

AFS Bestell-Nr.: NF0500, Preis: USD 240,-, für pers. AFS-Mitglieder USD 180,-.

Shape Casting: The John Campbell Symposium



Herausgegeben von Murat Tiryakioglu und Paul N. Crepeau, Paperback 15x23 cm, 476 Seiten, AFS-Verlag 2005, ISBN: 0-87339-583-2, AFS-Best.Nr.: OS 0505, Preis: USD 152,-.

Sammelband der Vorträge des von 13. bis

17. Feber 2005 in San Francisco/USA von der TMS, The Minerals, Metals and Materials Society, veranstalteten Symposiums.

Inhalt: Flüssigmetall-Qualität/Formfüllung und Speisung/Erstarrung/Gefügeausbildung und Eigenschaften/Gestaltung/Anwendungen. CD eingeschlossen.

„VON DER SCHMELZE ZUM WERKSTOFF“

„VOM WERKSTOFF ZUM BAUTEIL“

Gießtechnologie

Kombination von
Gießverfahren und
bedarfsgerechten
Gusswerkstoffen

Betriebsfestigkeit

Brücke zwischen
Werkstoffwissen-
schaft und
Produktentwicklung

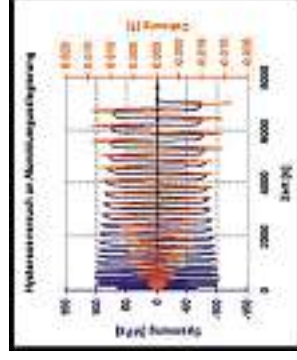
Zusammenarbeit in der
Produktentwicklung
zur Lösung anspruchsvoller Aufgaben

Simulation von

- Formfüllung und Erstarrung
- Spannung und Verzug



Bestimmung von Werkstoffkennwerten – Werkstoff- und Bauteilprüfung



Berechnung von

Spannungen Lebensdauer



ÖGI

Ansprechpartner

AMB

DI Gerhard Schindelbacher, Parkstraße 21, A-8700 Leoben

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

Tel.: +43 3842 431010; Fax: +43 3842 431011; e-mail:

office.ogi@unileoben.ac.at; www.ogi.at

Tel.: +43 3842 402 1401; Fax: +43 3842 402 1402

e-mail: amb@mu-leoben.at; www.unileoben.ac.at



DISA - AUSRÜSTER DER GIESSEREI - INDUSTRIE



Mehr Power für Gießereien

- Giessereianlagen für Eisen und Leichtmetall
- Formstofftechnologie
- Horizontale und vertikale Formanlagen
- Kernfertigung
- Strahlanlagen
- Rohgussnachbearbeitung
- Kundendienst

DISA

www.disagroup.com

DISA Industrieanlagen GmbH, Greschbachstr. 3, D-76229 Karlsruhe, Tel 0721 4002 0, Fax 0721 4002 260, info.karlsruhe@disagroup.de;
Weitere Standorte in Hagen, Deutschland; in Herlev, Dänemark; in Schaffhausen, Schweiz; in Píbram, Tschechische Republik; in Seminole/OK, USA; in Bangalore, Indien und in Changzhou, China; sowie Niederlassungen und Vertretungen in über fünfzig Ländern.