Fachzeitschrift der Österreichischen Giesserei-Vereinigungen

Verlag Lorenz, 1010 Wien Ebendorferstraße 10

Jhg. **49** heft 11/12 2002

Giesserei Rundschau

he Weihnacht und Prosit 2003!



- Fluor-Gehalf bis zu 50% reduzierf
- verringerte Fluor-Anreicherung im Formsand
- verbesserte Gussoberfläche
- kostenneutral

.....

GTP SCHÄFER

Senzitraße 15 D - 41515 Grevenbroich Toleron 0 21 81 / 23 39 40 Telefax 0 21 81 / 6 46 54 groschaeter@-online.de www.grp-schaeter.de

VORTEIL punktuell PUNKT-Speiser für kleinste Aufsatz-flächen keine Sonderbrechkerne fluorfrei tehlerfreie Gussoberfläche keine Ruor-Anreicherung im Formsand verbesserte Deponiefähigkeit des Formsandes



Der Verein Österreichischer Gießereifachleute, der Fachverband der Gießereiindustrie, das Österreichische Gießerei-Institut und das Institut für Gießereikunde an der Montanuniversität wünschen allen Mitgliedern und Freu ein frohes Weihnachtsfest und ein erfolgreiches

Jahr 2003!

Impressum

Medieninhaber und Verleger: VERLAG LORENZ

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

Herausgeber:

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

Chefredakteur:

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

Redaktionelle Mitarbeit und Anzeigenleitung: Irene Esch +43 (0)1 405 66 95-17

Redaktionsbeirat: Dipl.-Ing. Werner Bauer Dipl.-Ing. Alfred Buberl o. Univ.-Professor Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek Dipl.-Ing. Dr. mont. Hansjörg Dichtl o. Univ.-Professor Dipl.-Ing. Dr. techn. Wilfried Eichlseder Dipl.-Ing. Dr. mont. Roland Hummer Dipl.-Ing. Dr. techn. Erhard Kaschnitz Dipl.-Ing. Gerhard Schindelbacher

Abonnementverwaltung: Edith Nadler +43 (0)1 405 66 95-15

Jahresabonnement: Inland: EUR 49,50 Ausland: EUR 60,70

Das Abonnement ist jeweils einen Monat vor Jahresende kündbar, sonst gilt die Bestellung für das folgende Jahr weiter.

Bankverbindung: Bank Austria BLZ 20151 Konto-Nummer 601 504 400

Erscheinungsweise: 6x jährlich

Druckerei Robitschek & Co. Ges.m.b.H. 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.

Offenlegung der Eigentumsverhältnisse gemäß § 25 des Mediengesetzes: Alleiniger Medieninhaber Dr. Christian Lorenz Blattlinie: Wahrung der Interessen der Gießereibetriebe

Giesserei Rundschau

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

INHALT

Titelbild:

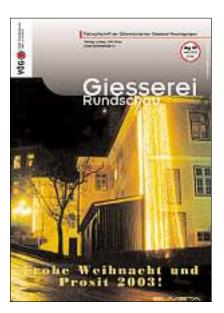
In dem mehr als 500 Jahre alten Gebäude war bereits 1470 die erste Volksschule dieser Gegend untergebracht. Heute ist es Sitz der Firma Silmeta und beherbergt auch ein Phonomuseum.

A-3124 Oberwölbling



GUSS(VERBUND)WERKSTOFFE

- Sonderkarbidverstärkter Verbundguss für Breitbandwalzen - Leichtbauwerkstoff ADI - Faserverbundgussteile



NUMERISCHE SIMULATION 210

- Biocast® Design für Guss nach Vorbild der Natur - Temperaturverteilung bei AlSn(Cu)-Strangguss

INTERNATIONALE organisationen 214

WFO - 65. Gießereiweltkongress Korea CAEF - International Foundry Forum 2002 Berlin

AKTUELLES 216

Aus den Betrieben Firmennachrichten

Aus den Institut für Gießereikunde an der MUL Aus dem ÖGI

Neues vom VDG

TAGUNGEN/ SEMINARE/MESSEN

Veranstaltungskalender

VÖG-VEREINS-NACHRICHTEN

Mitgliederbewegung Jubiläen und Geburtstage

LITERATUR 227



Bücher und Medien

Verbesserte Arbeitswalzen zur Fertigwalzung von Bandstahl in Warmbreitbandstraßen

Carbide enhanced ICDP-Work Rolls for Finish Rolling of Hot Strip



Dipl.-Ing. Dr. mont. Michael Windhager Absolvent der Werkstoffwissenschaften der Montanuniversität Leoben. Leiter F & E, seit 1990 im Eisenwerk Sulzau-Werfen.

Dr. techn. Karl-Heinz Ziehenberger Absolvent der Werkstoffwissenschaften der Montanuniversität Leoben. Entwicklungsinge-



Indefinitewalzen

Seit vielen Jahren werden Verbund-Indefinitewalzen (ICDP: Indefinite Chill Double Poured) in Warmbandstraßen zur Fertigwalzung von Blechen eingesetzt. Die Walzen bestehen aus einem verschleißfesten, graphithältigen Gusseisenmantel und einem zähen Kern, welcher heute meist in Sphäroguss ausgeführt wird.

Diese Walzentype hat sich vor allem in den letzten Fertiggerüsten bewährt, weil der Indefinite-Mantelwerkstoff als Kombination aus Martensit, Karbiden und Graphit (Abbildung I) den bestmöglichen Kompromiss aus hoher Verschleißfestigkeit, guter Oberfläche des gewalzten Bleches und Unempfindlichkeit gegen mechanische und thermische Überlastung im Walzbetrieb darstellt.

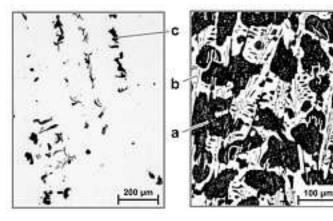


Abb. I: Mikrostruktur des Indefinite-Walzenwerkstoffes a - Martensit, b - Karbid (Fe₃C), c - Graphit; ungeätzt bzw. 12"HNO₃.

Die sich aus dem Charakter des Mikrogefüges ergebenden Nachteile des Indefinitewerkstoffes wurden im Laufe der Zeit immer störender empfunden:

- die gleichzeitige Präsenz von freiem Graphit und Karbid im Mantelgefüge macht den Werkstoff sehr instabil während der Erstarrung, d.h. das Graphit/Karbid-Verhältnis schwankt in einem breiten Bereich. Damit variieren die Härte und Verschleißfestigkeit beträcht-
- Im oberflächennahen Bereich (bis ca. 15 mm unter der Gussoberfläche) neigt der Mantel zu graphitarmer, fast weißer Erstarrung. Mit zunehmender Tiefe unter der Gussoberfläche nimmt der Graphitgehalt zu, der Karbidgehalt und die Härte nehmen ab. Diese

Graphitzunahme und Härteabnahme erfolgt stetig, sodass von einem "indefiniten" Charakter dieses Gusswerkstoffes gesprochen wird (im Gegensatz zum Hartguss, bei dem die oberflächennahen Bereiche rein weiß erstarren und erst ab einer bestimmten Tiefe unter der Gussoberfläche plötzlich Graphit vorliegt).

Dieser Härteverlust mit abnehmendem Durchmesser führt bei Indefinitewalzen zu einem Verlust an Verschleißfestigkeit und Oberflächengüte, der vor allem bei modernen Walzwerkskonstruktionen, die extrem dünne Bänder walzen, als nachteilig empfunden wird.

Es lag daher nahe, eine grundlegende Verbesserung dieses Walzentyps anzustreben, wobei folgende Gefüge- und Walzeneigenschaften angestrebt wurden:

- sehr feine, gleichmäßig verteilte Graphitpartikel zur Gewährleistung guter Oberflächeneigenschaften der Walze über die gesamte nutzbare Mantelstärke;
- kein messbarer Härteabfall über die gesamte nutzbare Mantelstärke;
- erhöhte Verschleißfestigkeit des Mantels durch Verstärkung der Martensitbereiche mittels Sonderkarbiden hoher Härte;
- ausreichend hoher Graphitgehalt und geringe Schwankungen im Graphit/Karbidverhältnis in den Mänteln der Walzen, um gleichmäßige Verschleißfestigkeit und hohe Rissunempfindlichkeit zu gewährleisten.

Sonderkarbidverstärkter Verbundguss "VIS"*

Die angestrebten Verbesserungen konnten mit einem Werkstoff erreicht werden, der als "sonderkarbidverstärkter Verbundguss" bezeichnet wird. Der Ausdruck "indefinite" ist nicht mehr angebracht, da kein Härteabfall bis in große Tiefe unter der Gussoberfläche (>60 mm) auftritt.

Abbildung 2 zeigt die Gegenüberstellung des konventionellen Indefinitewerkstoffes mit dem neu entwickelten Gefüge:

Während die konventionelle Indefinitewalze groben, ungleichmäßig verteilten Graphit aufweist, ist der Graphit beim neuen Werkstoff sehr kompakt und gleichmäßig verteilt.

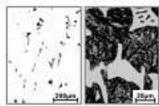






Abb. 2: Gefügegegenüberstellung des konventionellen Indefinitewerkstoffes mit dem neu entwickelten, karbidverstärkten Walzenwerkstoff (a - Graphitspärolithen, b - Monokarbide); ungeätzt bzw. 12" HNO3.

Der Martensit der konventionellen Walze ist niedrig legiert und enthält neben den groben Graphitausscheidungen keinerlei Karbidausscheidungen. In den martensitischen Bereichen des neuen Werkstoffes finden sich neben den feinen, kompakten Graphitpartikeln (a) vanadiumreiche, isolierte Sonderkarbide hoher Härte (b).

Im Folgenden soll dargestellt werden, wie sich der neue Walzenwerkstoff in der Produktion und in der Anwendung verhält und inwieweit die Entwicklungsziele

- Verringerung der Streubreite des Graphit/Karbidverhältnisses sowie der Härte
- Verhinderung des Härteabfalls
- Erhöhung der Verschleißbeständigkeit

erreicht werden konnten.

Verringerung der Streubreite der Graphitausbildung

Abbildung 3 zeigt die Streubreite der Graphitmenge in der Produktion konventioneller Indefinitewalzen (rot) sowie der neu entwickelten VIS (grün). Jeder Messpunkt stellt den mittleren Graphitgehalt jeweils einer Walze in 9 mm Tiefe unter der Gussoberfläche dar. Die große Streubreite, welche ein Merkmal der konventionellen Walzentype darstellt, konnte bei VIS merklich verringert werden.

Verhinderung des Härteabfalls

Abbildung 4 zeigt schematisch die Gefügeveränderungen sowie den Härteabfall einer konventionellen Indefinitewalze. Der Härteverlust durch die Graphitzunahme bei zunehmendem Abstand von der Gussoberfläche ist beträchtlich.

Im Gegensatz dazu liegt bei der neuen VIS gleichmäßige Graphitausbildung von der Oberfläche bis in eine Tiefe von >60 mm vor (**Abbildung 5**). Der Verlust an Härte und Oberflächengüte durch die Vergröberung der Gussstruktur mit abnehmender Erstarrungsgeschwindigkeit in größerer Entfernung von der Gussoberfläche wird durch das Vorhandensein der fein im Martensit verteilten Sonderkarbide mehr

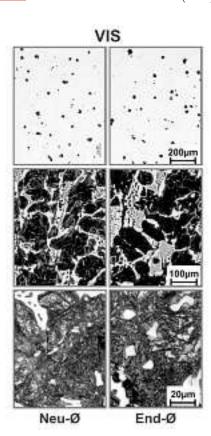
konventionelle Indefinite

Gefüge ungeätzt bzw. 12" HNO₃

Neu-Ø

Abb. 5: Vergleich der Gefügeausbildung konventioneller Indifinite-Werkstoffe mit neu entwickelter VIS bei Neu- und Enddurchmesser der Walze.

Fnd-Ø



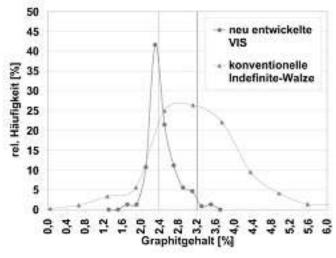


Abb. 3: Verteilung des Graphitgehaltes konventioneller Indifinitewerkstoffe und der neu entwickelten, karbidverstärkten VIS.

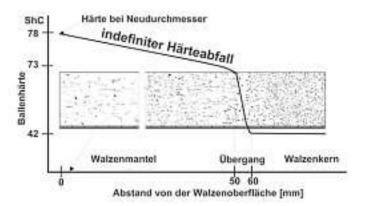


Abb. 4: Wegen zunehmendem Graphitgehalt abnehmende Ballenhärte bei konventionellen Indifinite-Walzen.

als ausgeglichen. Beide Faktoren führen zu einer gleichmäßigen Härte über den gesamten Bereich der nutzbaren Mantelstärke.

Erhöhung der Verschleißbeständigkeit

Die Gefügeverfeinerung wirkt sich günstig auf die Verschleißfestigkeit und auf die Oberflächengüte der Walzen aus. Der Unterschied zur konventionellen Walze wird umso größer, je weiter sich die Walze dem Ausscheidungsdurchmesser nähert und je kleiner ihr Durchmesser wird.

Abbildung 6 zeigt als Beispiel den Verschleiß am Ballen einer konventionellen bzw. einer VIS-Walze am Ende einer langen Walzkampagne im Gerüst 5 einer 7-gerüstigen Warmbandstraße. Der Verschleiß bei VIS ist nicht nur viel geringer, sondern auch gleichmäßiger, was zu Vorteilen bei der Bandgeometrie sowie im Bandlauf führt.

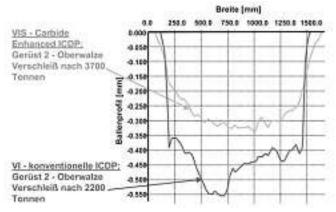


Abb. 6: Verschleißprofile des Walzenballens einer konventionellen Indefinite-Walze im Vergleich zu VIS nach Walzung nichtrostender Edelstähle.

Wie positiv sich die Verbindung von feinen Graphitpartikeln und dazwischen verteilten Sonderkarbiden auf die Oberflächenrauhigkeit im Einsatz auswirkt, kann aus **Abbildung 7** ersehen werden.



b 100 μm,

Abb. 7: Schliff normal zur Oberfläche verschlissener Arbeitswalzen; a - konventionelle Indefinite-Walze, b - neu entwickelte VIS.

Grobe Graphitpartikel in der Walzenoberfläche schaffen bereits zu Beginn der Walzkampagne tiefe "Krater" in der Walzenoberfläche, die den Ausgangspunkt für das sofortige Einsetzen starken Verschleißes bilden. Feinerer Graphit bildet kleinere Grübchen, der Verschleiß und die Rauhigkeit sind viel geringer.

Die Beobachtung der verschlissenen VIS-Walzenoberfläche unter dem Rasterelektronenmikroskop macht deutlich, dass überall dort, wo feine Sonderkarbide im Martensit eingelagert sind, deutlich geringerer Verschleiß vorliegt. Zwischen den Sonderkarbiden ist im weichen Martensit furchenartiger Verschleiß zu erkennen (siehe **Abbildung 8**).

MC-Karbide

Abb. 8: Verschleiß an VIS-Walzenoberfläche; Erhöhung der Verschleißbeständigkeit der martensitischen Matrix durch Verstärkung mit harten Sonderkarbiden.

Großtechnische Umsetzung der Entwicklung

Der neue Walzenwerkstoff wurde im April 1999 in Österreich zum Patent angemeldet. Die PCT Anmeldung erfolgte 2000.

Im ersten Produktionsjahr 1999 wurden 64 Walzen an 15 Warmwalzwerke ausgeliefert.

Der Erfolg der Umsetzung dieser Entwicklung in die industrielle Praxis lässt sich daran ermessen, dass mittlerweile (Stichtag I. 9. 2002) über I.000 Arbeitswalzen des neuen Typs VIS an über 50 Warmwalzwerke weltweit ausgeliefert wurden. Der Anteil des neuen Walzentyps an der Gesamtproduktion des ESW an graphithaltigen Fertigwalzen für Blech beträgt bereits über 70%. Es ist absehbar, dass die konventionellen Indefinitewalzen in einigen Jahren völlig durch sonderkarbidverstärkte Walzen ersetzt werden.

Literatur

- [1] B. Feistritzer, K. H. Schröder, M. Windhager, K. H. Ziehenberger, "Indefinite Chill: Upgrading an old HSM work roll grade"; 41st MWSP Conf. Proc., ISS, Baltimore, Oct. 1999
- [2] B. Feistritzer, K. H. Schröder, M. Windhager, K. H. Ziehenberger, "Improved Grades of Work Rolls for Hot Strip Mills"; 36th Rolling Seminar Conf. Proc., ABM, Belo Horizonte, Sept. 1999
- [3] K. H. Schröder, B. Feistritzer, M. Windhager, K. H. Ziehenberger, "Progress of Carbide Enhanced ICDP (and Remarks on Coefficient of Friction of HSS Work Rolls in Hot Strip Mills"; 37th Rolling Seminar Conf. Proc., ABM, Curitiba, Sept. 2000
- [4] M. Windhager, "ICDP Work Rolls for Rolling Flat Products"; China Roll Conf., Hong Kong, November 2000
- [5] M. Windhager, D. Jörgens; "Carbide-Enhanced Graphitic Cast Iron for Finish Rolling of Hot Strip – a Total Performance Survey"; 44th MWSP Conf. Proc., ISS, Orlando, Sept. 2002
- [6] M. Windhager, K. H. Ziehenberger, G. Cante; "VIS Carbide Enhanced Graphitic Cast Iron Rolls for Flat Products: Performance in Hot Strip Mill, Steckel Mill and Plate Mill Application"; 39th Rolling Seminar Conf. Proc., ABM, Oct. 2002
- *) VIS-Österr. Patent Nr. AT 408666

Informationen:

Eisenwerk Sulzau-Werfen, R. & E. Weinberger AG, A-5451 Tenneck, Internet: http://www.esw.co.at

ADI – ein Leichtbauwerkstoff mit hohem Potential

ADI - A Cast Iron with high Potential for low Weight Design



Dr.-Ing. Klaus Röhrig, Jahrgang 1935, Studium des Hüttenwesens und Promotion in Gießereikunde an der TU Berlin, war Abteilungsleiter für Forschung Gusseisen bei den Rheinstahl Hüttenwerken in Essen, Manager Marktentwicklung und Beratung Europa für Gusswerkstoffe bei der Climax Molybdenum, Redakteur der Fachzeitschrift Gießerei-Praxis und Konsulent des Nickel Development Institute NiDI.

Einleitung

Moderne Konstruktionswerkstoffe müssen nicht nur Anforderungen an Festigkeit und Zähigkeit der Bauteile erfüllen, sondern auch umwelt- und recyclingfreundlich sowie kostengünstig sein. Diesen Forderungen werden seit vielen Jahren die Gusseisensorten mit Kugelgraphit gerecht. Der mit dieser Gruppe von Gusswerkstoffen zur Verfügung stehende Eigenschaftsbereich ist durch ADI – austenitisch-

ferritisches Gusseisen mit Kugelgraphit – erheblich erweitert worden. Die Vergrößerung der Werkstoffpalette wird deutlich, wenn man den Zusammenhang zwischen Zugfestigkeit und Dehnung betrachtet (**Bild I**).

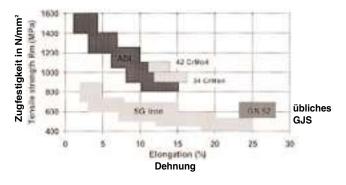


Bild 1: Zusammenhang zwischen Zugfestigkeit und Dehnung für Gusseisen mit Kugelgraphit nach EN 1563, ADI nach EN 1564 und einigen Stählen.

Dank seiner Kombination von Festigkeit, Duktilität und Verschleißbeständigkeit kann ADI in vielen Anwendungen Stahl ersetzen. Es zeichnet sich zudem durch eine hohe Dämpfungsfähigkeit aus. Seine Dichte ist um rd. 10 % geringer als die von Stahl. Der Werkstoff ADI hat ein hohes Potential für den Leichtbau, das realisiert werden kann, wenn Schmiedeteile durch in Bezug auf Gestalt und Funktion optimierte Gussbauteile ersetzt werden. Besonders hoch ist der Vorteil von ADI, wenn ein aus mehreren geschmiedeten Einzelteilen gefügtes Bauteil auf eine einteilige Gusskonstruktion umgestellt wird, in die u. U. noch weitere Funktionen integriert werden können.

Die Herstellung von Bauteilen aus ADI stellt aber auch hohe Ansprüche sowohl an den Gießer als auch an den Wärmebehandler [1] und setzt ein gutes Verständnis der Vorgänge bei der Erzeugung des erforderlichen austenitisch-ferritischen Gefüges voraus. Die erfolgreiche Erzeugung von ADI erfordert zudem vom Hersteller erhebliche Vorleistungen in Form von Entwicklungsarbeit sowie Investitionen in Anlagen, Prozesssteuerung und -überwachung, die sich nur rechtfertigen lassen, wenn eine entsprechende längerfristige Marktentwicklung erreicht wird. Seitens der Anwender können die Vorteile des Werkstoffs ADI nur genutzt werden, wenn die Gießereien als ihr Partner eine langfristig sichere und zuverlässige Lieferung hochwertiger Gussstücke bieten können.

ADI ist in EN 1564 mit vier Sorten von ADI genormt, die in **Tafel I** zusammengestellt sind. Sie lassen sich in drei Gruppen einteilen: zwei zähe Sorten, eine Übergangssorte sowie eine hochfeste Sorte mit hoher Härte und Verschleißbeständigkeit.

Tafel I: Eigenschaften von ADI nach DIN EN 1564

Sorte	Zugfestigkeit	0,2%-	Bruchdehnung A	Härte HB ')
	R _m [N/mm ²]	Dehngrenze	') [%]	
		$R_{p0,2}[N/mm^2]$		
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	I	380–480

¹⁾ Anhaltswerte

Herstellung von ADI

ADI (Austempered Ductile Iron) wird durch eine spezielle Wärmebehandlung erzeugt, die schematisch in **Bild 2** (siehe Bildseiten 194 u. 195) dargestellt ist. Das Gussstück wird in den Austenitbereich auf 840 bis 950 °C erhitzt, bis zur gleichmäßigen Austenitisierung und Kohlenstoffsättigung des Austenits gehalten und dann auf 230 bis 400 °C abgeschreckt. Bei dieser Temperatur wird es isothermisch gehalten, bis sich die gesamte Grundmasse in sog. Ausferrit umgewandelt hat. Danach wird das Gussstück auf Raumtemperatur abgekühlt. Das Abschrecken und Umwandeln erfolgt heute vorwiegend in Salzbädern.

Ausferrit ist ein feinkörniges Gemisch aus Ferrit und stabilisiertem Austenit, das die hohe Festigkeit und Duktilität des ADI gewährleistet. Ausferrit enthält keine Carbide, ist also nach der üblichen Definition kein Bainit. Dieser spezielle Gefügeaufbau hat zu einigen Problemen bei der deutschen Werkstoffbezeichnung geführt. Ursprünglich wurde das austenitisch-ferritische Gefüge als "Zwischenstufengefüge" und der Werkstoff als "zwischenstufenvergütetes Gusseisen mit Kugelgraphit" bezeichnet. Nach der Norm DIN 17 014 (1975) "Wärmebehandlung von Eisenwerkstoffen" dürfen für dieses Gefüge aber nur die Bezeichnungen "Bainit" bzw. "bainitisch" verwendet werden, so dass der Werkstoff in DIN EN 1564 als "Bainitisches Gusseisen mit Kugelgraphit" bezeichnet wird, was metallkundlich falsch ist, da das austenitisch-ferritische Gefüge eben gerade kein Bainit ist. Bainit besteht aus Ferrit und Carbiden, womit sich die gewünschten günstigen Eigenschaften von ADI nicht erreichen lassen. Es hat sich daher die amerikanische Bezeichung ADI eingebürgert. In Zukunft soll die Bezeichung "austenitisch-ferritisches Gusseisen" verwendet werden.

Die durch die Kombination von Festigkeit und Duktilität charakterisierten Sorten werden in erster Linie über die isothermische Um-

wandlungstemperatur (**Tafel 2**) eingestellt. Bei niedriger Umwandlungstemperatur ist der Gehalt an stabilisiertem Austenit zugunsten von Ferrit und u. U. gewisser Martensitanteile geringer. Dadurch wird die Festigkeit erhöht, während die Duktilität sich vermindert.

Tafel 2: Übliche Umwandlungstemperaturen zur Erzeugung der verschiedenen ADI-Sorten

Sorte	Umwandlungsbereich
EN-GJS 800 - 8	370 bis 390 °C
1000 - 5	350 bis 370 °C
1200 - 2	320 bis 350 °C
1400 - 1	280 bis 320 °C

Die Bildung von Ausferrit ist zeitabhängig. Der Umwandlungsverlauf wird anhand von Bild 2 vereinfacht erläutert, nähere Angaben macht das Schrifttum, z. B. [2-8]. Nach Erreichen der Umwandlungstemperatur beginnt der kohlenstoffgesättigte Austenit sich zu Ferrit umzuwandeln. Da Ferrit überhaupt keinen Kohlenstoff aufnehmen kann, reichert sich der gesamte Kohlenstoff im noch nicht umgewandelten Austenit an, der dadurch stabilisiert wird. Bis zum Punkt A ist er allerdings noch recht instabil, so dass er bei Abkühlung auf Raumtemperatur oder bei mechanischer Beanspruchung, z. B. beim Bearbeiten, zu Martensit wird. Das Gefüge wird dadurch versprödet. Bild 3 zeigt ein Beispiel für den Einfluss der isothermischen Haltedauer auf Zugfestigkeit und Dehnung. Erst vom Punkt A an enthält der Austenit so viel Kohlenstoff, dass er stabil ist. Bei etwa 40 % Austenit mit rd. 2 % C hat der Ausferrit die höchste Zähigkeit, was die Sorte EN-GJS 800-8 ergibt. Wenn länger gehalten wird, scheidet sich vom Punkt B ab der Kohlenstoff aus dem Austenit in Form von Carbiden aus und es entsteht weniger zäher Bainit. Zugfestigkeit und Dehnung sinken mit längerer Haltedauer wieder. Die gleiche Wirkung hat ein nachträgliches Anlassen von ADI, ganz im Gegensatz zu Vergütungsstahl.

Der Bereich zwischen A und B, in dem das optimale Gefüge mit der höchsten Zähigkeit und Dauerfestigkeit entsteht, wird als Prozessfenster bezeichnet. Es entspricht dem Dehnungsmaximum in **Bild 3**. Die Lage des Prozessfensters kann man anhand der mechanischen Eigenschaften oder metallkundlich durch röntgenographische Bestimmung des Austenitgehalts ermitteln.

Die Abhängigkeit der Lage des Prozessfensters von Haltedauer und Umwandlungstemperatur zeigt **Bild 4** für zwei Gusseisen mit verschiedener chemischer Zusammensetzung. Am rechten Bildrand sind die üblichen Bereiche der Umwandlungstemperatur für die Sorten nach EN 1564 angegeben.

Alle Legierungselemente verschieben das Prozessfenster zu längeren Zeiten. Eine weitere wichtige Einflussgröße ist die Austenitisierungstemperatur, da sie den Kohlenstoffgehalt im Austenit bei Umwandlungsbeginn bestimmt. Eine höhere Austenitisierungstemperatur bewirkt einen höheren Kohlenstoffgehalt und somit ebenfalls eine Verschiebung zu längerer Haltedauer. Es kommen noch weitere Einflussfaktoren hinzu, z. B. die Kugelzahl.

Besondere Probleme verursachen Seigerungen, vor allem des Mangans, das nach Molybdän eines der seigerungsfreudigsten Legierungselemente in Gusseisen mit Kugelgraphit ist. Es reichert sich bei der Erstarrung in der Restschmelze an, so dass es in den Korngrenzen konzentriert wird, wo der Gehalt leicht auf das Doppelte oder Dreifache ansteigt. Die Seigerungen werden um so ausgeprägter, je größer die Wanddicke des Teils und je niedriger die Kugelzahl ist. Das Gussstück besteht in solchen Fällen quasi aus zwei verschiedenen Legierungen, eine mit niedrigem Mangangehalt in der Nähe der Kugeln und eine zweite in den Korngrenzenbereichen mit hohem. Wie aus **Bild 4** ersichtlich ist, liegen die Prozessfenster dieser beiden Legierungen u. U. recht weit auseinander. Man sieht, dass es hier bei dem hohen Mangangehalt nicht mehr möglich ist, die Sorte EN-GJS-800-8 zu erzeugen, und auch EN-GJS-1000-5 macht Probleme. Entweder ist die Haltezeit zu lang, so dass die manganarmen Gefügebereiche bereits ihre Zähigkeit durch eine Carbidausscheidung im →

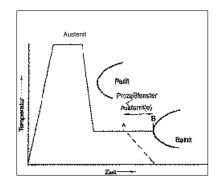


Bild 2: Schema der Wärmebehandlung zur Herstellung von ADI.

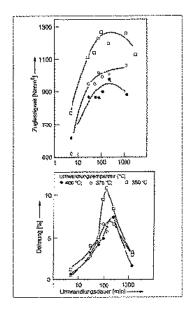


Bild 3: Einfluss der isothermischen Haltedauer bei drei Temperaturen auf die Zugfestigkeit und die Dehnung eines Gusseisens mit 3,49 % C, 2,33 % Si, 0,42 % Mn, 0,23 % Mo, 0,25 % Cu, Kielblöcke 15 mm x 10 mm x 10 mm, 120 min bei 920 °C austenitisiert **[6].**

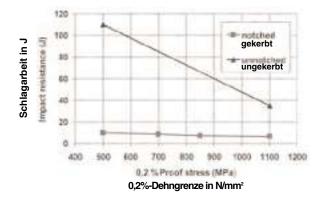


Bild 5: Schlagarbeit von gekerbten und ungekerbten Proben in Abhängigkeit von der 0,2 %-Dehngrenze der verschiedenen ADI-Sorten [10].

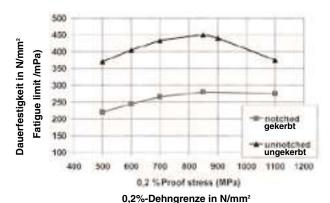


Bild 7: Abhängigkeit der Dauerfestigkeit bei Biegewechselbeanspruchung von gekerbten und ungekerbten Proben aus ADI von der 0,2 %-Dehngrenze [10].

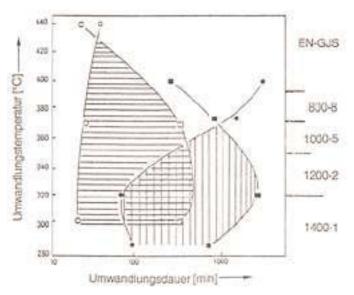


Bild 4: Prozessfenster zur Herstellung von ADI und Temperaturbereiche, in welchen sich die Sorten nach EN 1564 erzeugen lassen, für zwei Eisen mit zwei verschiedenen chemischen Zusammensetzungen. Der Schnittpunkt der beiden Grenzkurven bei hoher Temperatur ergibt sich aus der Definition der Kurven, bei denen noch über 3 % unreagierter bzw. weniger als 90 % stabilisierter Austenit vorhanden sind. Das Prozessfenster ist hier geschlossen.

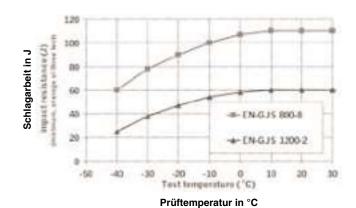


Bild 6: Temperaturabhängigkeit der Schlagarbeit der beiden Sorten GJS-800-8 und GJS-1200-2 (ungekerbte Proben, Mindestwerte, Mittelwerte aus drei Versuchen) **[10],**

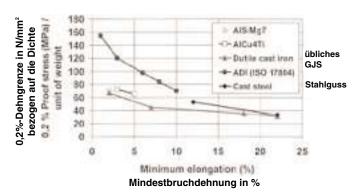
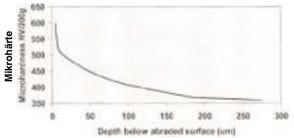
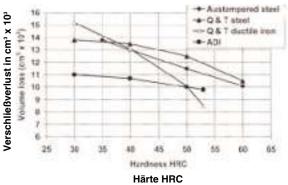


Bild 8: Gegenüberstellung des Verhältnisses von 0,2 %-Dehngrenze zur Dichte bei verschiedenen Eisenbasis- und Aluminiumlegierungen zur Dehnung **[10].**



Tiefe unter der verschliessenen Oberfläche in µm

Bild 9: Mikrohärteprofil der auf Verschleiß beanspruchten Oberfläche einer ADI-Probe [10].

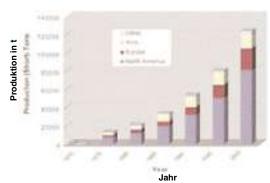


bainitisierter Stahl vergüteter Stahl vergütetes GJS ADI

Bild 10: Verschleißverlust von ADI in Abhängigkeit von der Härte im Vergleich zu vergüteten Stählen und Gusseisen mit Kugelgraphit im Schleiftellerversuch [10].



Bild 14: Kurbelwelle mit einem Gewicht von rd. 500 g für den Kompressor eines Kühlaggregats. Diese wird seit 1972 bis heute aus ADI hergestellt [11]. Ähnliche Kurbelwellen wurden und werden auch in Europa gefertigt.



Nordamerika Asien Europa Sonstige

Bild 15:Entwicklung der Weltproduktion von ADI [11].

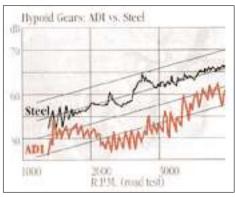


Bild II: Geräuschentwicklung von Hypoidgetrieben mit Zahnrädern aus Stahl und ADI in Abhängigkeit von der Drehzahl im Fahrversuch [II].

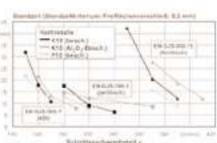


Bild 12: Vergleich der anwendbaren Schnittgeschwindigkeiten beim Trockenbearbeiten von ADI-900 und ferritischem oder perlitischem Gusseisen mit Kugelgraphit [12].

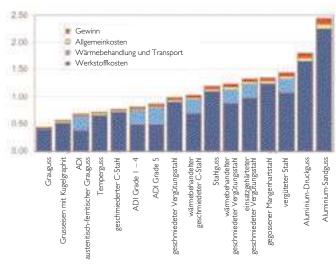


Bild 16: Vergleich der relativen Preise in Nordamerika für Bauteile aus verschiedenen Eisen- und Aluminiumwerkstoffen [11]



Bild 17a–c: Typische Teile von Befestigungselementen in einem Fahrwerk von Nutzfahrzeugen aus GJS-800-8 (de Globe b. v.) a mit einem Gewicht von 8,5 kg b mit einem Gewicht von 13 kg c mit einem Gewicht von 7,6 kg.

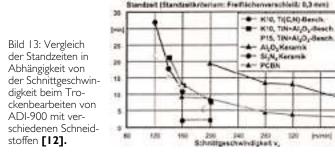








Bild 18a-c: Konstruktive Weiterentwicklung der Federlagerung eines Class 6 Lkws von GM vom Schmiedeteil zu einer Leichtbau-Gusskonstruktion aus ADI.

a ursprüngliches Bauteil, bei dem das Schmiedeteil ohne konstruktive Änderung aus ADI gegossen wurde. Es musste anschließend bearbeitet werden.



Bild 22: Vorstufen-Doppelhohlrad für ein Planetengetriebe aus ADI GJS 900 (Gebr. Eickhoff, Bochum, D).



18b: Für Guss aus ADI umkonstruiertes Teil, das auf Endmaß gegossen wird, so dass die spanende Bearbeitung entfällt.



18c: Mit FEM-Berechnungen konstruiertes Leichtbauteil, das aus ADI auf Endmaß gegossen wird [11].



Bild 23: Laufrad einer Schlammpumpe aus ADI Grade 5. Die Bearbeitung erfolgt vor der Wärmebehandlung. (DM Foundries Ltd, GB).



Bild 19: Radnaben für Nutzfahrzeuge (Brockmoor Foundry Ltd., GB).



Bild 24: Im Grünsand- oder Maskenformverfahren gegossene Kettenglieder aus ADI (C & H, GB).



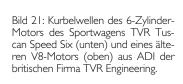
Bild 20: Ausgleichsgetriebegehäuse für einen Wagen von GM mit Allradantrieb [11].



Bild 25a u. b: Zwei verschiedene Kabeltrommeln aus ADI im Gusszustand (John Taylor Ltd, GB).
a) im Gusszustand



b) nach Bearbeitung





Bainitbereich verlieren, oder sie ist für die manganreichen Komgrenzenbereiche zu kurz, so dass sich dort bei der folgenden Abkühlung oder bei mechanischer Beanspruchung Martensit bildet. Dieser Fall ist, da man die Haltezeit eher möglichst kurz hält, die Regel. Hinzu kommen meist noch andere mit den Seigerungen verbundene Fehler, wie Carbide und Poren. Die Komgrenzen werden also versprödet, so dass Dehnung und Dauerfestigkeit des Gussteils verschlechtert werden. Auch beim Bearbeiten wirken sich die harten oder sich vor dem Werkzeug verfestigenden Seigerungszonen schädlich aus.

Alle diese Faktoren sind heute bekannt, und die Wärmebehandlungsparameter können nach Erfahrungswerten, über ein Expertensystem oder mittels entsprechender Stichversuche recht genau an das betreffende Gussstück, seine chemische Zusammensetzung, sein Gefüge und die geforderten Eigenschaften angepasst werden. Eine wesentliche Voraussetzung für eine treffsichere Produktion von Serienteilen ist aber ein konstanter Rohguss, bei dem alle relevanten Kenngrößen – chemische Zusammensetzung, Kugelzahl, Grundmasse – sehr eng in dem mit der Härterei vereinbarten Bereich gehalten werden müssen. Abweichungen sollten der Härterei mitgeteilt werden, die dann u. U. ihre Wärmebehandlungsparameter entsprechend ändern kann. Diese Forderungen gehen deutlich über die hinaus, mit denen sich die üblichen Gusseisen mit Kugelgraphit nach Norm EN 1693 erzeugen lassen. Nicht jedes Gussstück, das EN 1693 erfüllt, ist auch für ADI geeignet. Von verschiedenen Gießereien gelieferte Gussstücke aus z. B. GJS-600-3 können nicht ohne weiteres gemeinsam wärmebehandelt werden, und auch bei verschiedenen, von einer Gießerei gelieferten Chargen muss die Gleichartigkeit in Bezug auf Zusammensetzung und Gefügeausbildung sichergestellt sein und im Zweifel überprüft werden.

In der Praxis wird man natürlich aus wirtschaftlichen Gründen bestrebt sein, mit der kürzesten Umwandlungsdauer, bei der sich noch die geforderten Eigenschaften treffsicher erreichen lassen, zu arbeiten. Es wird also die Umwandlung bald nach Erreichen des Punkts A bzw. Überschreiten der linken Begrenzung des schraffierten Feldes in **Bild 4** abgebrochen und das Gussstück abgekühlt. Legierungen, die sehr lange Umwandlungszeiten benötigen, verursachen erhöhte Wärmebehandlungskosten.

Der erste und naheliegende Schritt ist eine Senkung des Mangangehalts auf den tiefsten möglichen Gehalt. Dies bedeutet, dass man nicht von einem Basiseisen für EN-GJS-600-3 oder EN-GJS-700-2 ausgeht, sondem eher von einer Basiszusammensetzung wie für im Gusszustand erzeugtes ferritisches EN-GJS-400-18. Der Mangangehalt wird also auf 0,30 % oder tiefer begrenzt. Auch die Gehalte an anderen seigerungsfreudigen Begleitelementen, wie Chrom, werden eng begrenzt. Die Kosten für das Einsatzmaterial werden damit allerdings höher, da man mit ausgesuchtem Stahlschrott und Sonderroheisen arbeiten muss.

Um beim Abschrecken in das Salzbad eine vorzeitige Umwandlung zu vermeiden, muss das Gusseisen eine für die Wanddicke ausreichende Härtbarkeit haben. Alle Legierungselemente, die die Härtbarkeit steigern, es handelt sich um Molybdän, Kupfer und Nickel, verschieben aber das Prozessfenster zu längeren Zeiten, so dass sich die Umwandlungszeiten erhöhen. Die typische Haltedauer bei 375 °C beim Erzeugen von EN-GJS-800-8 liegt bei unlegiertem Eisen mit 0,25 % Mn bei rd. 60 min und wird durch etwa 0,2 % Mo und 1 % Ni auf 90 bis 150 min verlängert.

Tafel 5: ADI-Sorten nach SAE J2477 (2001)

Unter dem Gesichtspunkt von Kosten für Einsatzstoffe und Legierungsträger, Härtbarkeit und Legierungsgehalte dürfte für die meisten Einsatzfälle ein gut geimpftes Eisen mit max. 0,25 % oder 0,30 % Mn und niedrigem Spurenelementepegel den günstigsten Kompromiss darstellen. Die erforderliche Härtbarkeit wird dann je nach Wanddicke durch bis zu 2 % Ni, max. 0,8 bis 1,0 % Cu und möglichst nicht mehr als 0,20 % Mo eingestellt.

Eine Möglichkeit, mit geringeren Legierungsgehalten auszukommen, ist das Stufenabschrecken. Dabei wird das Gussstück zunächst in ein kühleres Salzbad abgeschreckt, was eine höhere Abkühlgeschwindigkeit ergibt, und dann in ein heißeres Salzbad mit der für die ADI-Sorte erforderlichen höheren Umwandlungstemperatur umgesetzt, in dem die Umwandlung abläuft. Derartige Anlagen stehen heute ebenso wie wassergesättigte unter Überdruck stehende Salzbäder mit hoher Abschreckwirkung zur Verfügung.

Normung und Eigenschaften

ADI ist inzwischen international genormt. Neben EN 1564 ist es in Nordamerika nach ASTM A897-90 (1997) sowie SAE J24770 (2001) genormt. Eine ISO-Norm ist in Vorbereitung. In **Tafel 3** sind die internationalen Normen zusammengestellt, und die **Tafeln 4 und 5** enthalten die Sorten nach ASTM A897-90 (1997) und der für die amerikanische Automobilindustrie wichtigen Norm SAE J24770 (2001). Die amerikanischen Normen scheinen bei gleicher Festigkeit eine höhere Bruchdehnung zu fordem. Der Unterschied beruht aber darauf, dass die Dehnungswerte in Nordamerika an Probestäben nach ASTM E 8 gemessen werden, was einer Bruchdehnung A_4 ent-

Tafel 3: Internationale Normung von ADI

EN 1564 (1997)	ASTM 897-90 (1997)	SAEJ24770 (2001)	ISO 17804 (Entwurf)
EN-GJS-800-8		JS/800-10	
	850 / 550/ 10		
		AD 900	JS/900-8
EN-GJS-1000-5			
	1050 / 1700 / 17	AD 1050	JS/1050-6
EN-GJS-1200-2	1200 / 850 / 4	AD 1200	JS/1200-3
EN-GJS-1 400-1	1400 / 11100 / 1	AD 1400	JS/1400-1
			JS/HV400
	1600 / 1300 / -	AD 1600	JS/HV500

Tafel 4: Eigenschaften von ADI nach ASTM 897M-90

Sorte	Zugfestigkeit	0,2%-	Bruchdehnung A	Härte HB	Schlagarbeit []]
	$R_m [N/mm^2]$	Dehngrenze	') [%]	2)	3)
		$R_{p0,2}[N/mm^2]$			
Grade I	850	550	10	269-321	100
Grade 2	1050	700	7	302–363	80
Grade 3	1200	850	4	341-444	60
Grade 4	1400	1100	1	388–477	35
Grade 5	1600	1300	-	444–555	

I) nach ASTM A4, nach EN A5

³⁾ ungekerbte Charpy-Proben, bei Raumtemperatur

Sorte	Zugfestigkeit [N/mm²]	0,2%-Dehngrenze [N/mm²]	Dehnung A ₄ [%]	Schlagarbeit [J] *)	Brinellhärte HB
AD 900	900	650	9	100	269–341
AD 1050	1050	750	7	80	302–375
AD 1200	1200	850	4	60	341–444
AD 1400	1400	1100	2	35	388–477
AD 1600	1600	1300		20	402-512

^{*)} ungekerbte Charpy-Proben, bei Raumtemperatur

²⁾ Anhaltswerte

Tafel 6: Vergleich der Eigenschaften von ADI nach der EN-Norm, von Kokillenguss und Pressguss [9]

Sorte	Zugfestigkeit	0,2%-	Dehnung A₅	Brinnellhärte
	[N/mm²]	Dehngrenze	[%]	HB*)
		[N/mm²]		
EN-GJS-800-8	800	500	8	260–320
EN-GJS-1000-5	1000	700	5	300–360
Kokillenguss	1044	755	8,5	
Pressguss	1115	839	15,3	363
EN-GJS-1200-2	1200	850	2	340–440
Pressguss	1238	968	13,4	388

^{*)} Anhaltswerte

spricht, während in Europa nach EN 10002-1 die Bruchdehnung A_5 mit einer Messlänge von 5 x d verwendet wird. Vergleichsversuche haben gezeigt, dass mit A_4 eine etwas höhere Dehnung als mit A_5 gemessen wird. Im ISO-Vorschlag werden daher beide Möglichkeiten mit unterschiedlichen Dehnungswerten zugelassen. Nach dem Vorschlag der ISO-Norm können die mechanischen Eigenschaften sowohl an getrennt gegossenen als auch an angegossenen Probestücken ermittelt werden, und er berücksichtigt den auch bei ADI bestehenden Wanddickeneinfluss. Es sei erwähnt, dass neben den genormten Sorten auch dazwischen liegende Varianten verbreitet sind, bei denen es sich teils um Anpassungen an bestimmte Anwendungen, teils vor der EN-Norm entwickelte Sorten wie vor allem ADI-900 (GJS 900-6) nach VDG-Merkblatt W 52 (1987) handelt.

Bei der Herstellung von ADI treten immer wieder Probleme auf, die geforderten Eigenschaften, insbesondere die Bruchdehnung, zu erreichen. Ursache sind sowohl Fehler bei der Wärmebehandlung als auch Gussfehler, die auch von üblichen Gusseisen mit Kugelgraphit bekannt sind, wie schlechte Nodularität, Einschlüsse sowie Poren oder Mikrolunker. Sie wirken sich allerdings bei dem höherfesten Werkstoff ADI stärker aus und lassen sich durch die Wärmebehandlung nicht beseitigen oder kompensieren. Eine wesentliche Fehlerquelle stellt auch die mangelnde Zusammenarbeit zwischen Gießerei und Wärmebehandlungsbetrieb dar, da, wie ewähnt, die Wärmebehandlung genau auf die chemische Zusammensetzung und das Gefüge der angelieferten Gussstücke abgestimmt werden muss.

Gießen in metallische Dauerformen führt zu einer Gefügeverfeinerung, die die Seigerungen vermindert oder ganz unterdrückt, und eine Erstarrung unter Druck kann die Bildung von Mikrolunkern vermeiden. Derartige Verfahren sind bei Leichtmetallguss in Form des "Squeeze-Casting" erfolgreich im Serieneinsatz, und dieses Verfahren wurde auch für ADI entwickelt **[10]**. Hiermit lassen sich wesentlich bessere Werkstoffeigenschaften als bei konventionellen Sandguss- oder Kokillengussstücken erreichen. In **Tafel 6** sind die Eigenschaften gegenübergestellt.

Dank des Austenitgehalts im Ausferrit der Grundmasse hat ADI eine für ein Gusseisen recht hohe Zähigkeit. **Bild 5** (siehe Bildseiten 194 u. 195) zeigt die Schlagarbeit von gekerbten und ungekerbten Proben in Abhängigkeit von der 0,2 %-Dehngrenze der verschiedenen ADI-Sorten. Die Temperaturabhängigkeit der Schlagarbeit verläuft nach **Bild 6** recht flach und es gibt wegen des Austenitanteils keine ausgeprägte Übergangstemperatur. Ähnliches gilt auch für die Bruchzähigkeit.

Die Dauerfestigkeit von ADI hängt infolge des Ausferrit-Gefüges in komplexer Weise anders von der Festigkeit ab als bei üblichem Gusseisen mit Kugelgraphit oder Stahl. Nach **Bild 7** liegt die höchste Dauerfestigkeit nicht bei der höchsten Streckgrenze, sondem bei mittleren Werten. Durch eine Behandlung mittels Rollen oder Festigkeitsstrahlen kann dank des Austenitgehalts eine hohe Oberflächenverfestigung und damit eine deutliche weitere Steigerung der Dauerfestigkeit erzielt werden.

Bei Leichtbaukonstruktionen, die vor allem im Fahrzeugbau angestrebt werden, lassen sich verschiedene Werkstoffe nach dem Verhältnis von Streckgrenze und Gewicht beurteilen. In **Bild 8** sind die Streck-

grenzen einiger Eisenbasis- und Aluminiumlegierungen bezogen auf die Dichteeinheit in Abhängigkeit von der genormten Mindest-Dehnung miteinander verglichen. ADI schneidet bei einem derartigen Vergleich hervorragend ab und ist den üblichen Aluminiumlegierungen deutlich überlegen.

Da der Austenitanteil in der Grundmasse von ADI bei starker mechanischer Beanspruchung kaltverfestigt werden kann und zudem dank seines sehr hohen gelösten Kohlenstoffgehalts eine hohe Härte erreicht, ist ADI recht verschleißbeständig. Besonders von Vorteil ist dabei seine Zähigkeit, die den Verschleißteilen eine gute Bruchsicherheit verleiht. Die hohe Kaltverfestigung wird in einem Mikrohärteprofil einer auf Verschleiß beanspruchten Oberfläche in **Bild 9** deutlich. Die Folge ist, dass ADI bei gleicher Härte oft martensitischen Stählen und Gusseisen mit Kugelgraphit überlegen ist, wie aus **Bild 10** hervorgeht. Vor allem im Kontakt mit Boden haben sich Teile aus ADI sehr gut bewährt. In ISO 17804 sollen daher auch zwei Sorten, die GJS-1400 und ASTM 1600-1300 entsprechen, als verschleißbeständige Werkstoffe mit Mindesthärten von 400 bzw. 500 HV genormt werden.

Durch seinen Graphitgehalt hat ADI wie andere graue Gusseisen auch eine hohe Dämpfungsfähigkeit, wie in **Bild II** anhand eines Beispiels gezeigt wird. Diese Eigenschaft wird ein immer stärkeres Argument für den ADI-Einsatz für Zahnräder.

Bearbeitung

Die Bearbeitung von Bauteilen stellt einen erheblichen Kostenfaktor dar. Die Zerspanbarkeit von Gusseisen ist dank des Graphitgehalts in der Regel besser als bei Stahl. Auch bei ADI wirkt sich der Graphit günstig aus, aber infolge der höheren Festigkeit, Zähigkeit und Härte der Grundmasse nicht so stark, wie bei ferritischen oder perlitischen Sorten. Hinzu kommt das Problem, dass sich der Austenit bei der Bearbeitung verfestigen kann. Bei der Bearbeitung von Teilen aus ADI gibt es daher im Prinzip zwei Wege: Man kann vor der Wärmebehandlung bearbeiten oder danach. Im ersten Fall ist ein ferritisches Gefüge am günstigsten. Die bei der Wärmebehandlung auftretenden Maßänderungen muss man entweder beim Gießen entsprechend vorhalten, was eine äußerst genaue Prozessbeherrschung erfordert, oder man kann hinterher nacharbeiten. Dieser Weg bedingt Vorversuche, hohe Reproduzierbarkeit auf allen Verfahrensstufen und oft eine komplizierte Logistik und ist daher oft unwirtschaftlich. Der zweite Weg ist, komplett nach dem Wärmebehandeln zu bearbeiten und die schlechtere Zerspanbarkeit des austenitisch-ferritischen Gefüges in Kauf zu nehmen. In der Praxis werden beide Wege eingeschlagen, wobei in Nordamerika eher vor und in Europa eher nach der Wärmebehandlung bearbeitet wird. Entsprechende Untersuchungen [12] haben ergeben, dass die bei ADI stark erhöhte Duktilität bei hoher Festigkeit in starkem Maße die von Gusseisenwerkstoffen bekannten Zerspanungsvorgänge verändern und hohe Anforderungen an die thermischen Eigenschaften der Schneidstoffe stellen. Bild 12 zeigt die anwendbare Schnittgeschwindigkeit bei der Trockenbearbeitung von ADI GJS-900-7 mit Hartmetall im Vergleich zu ferritischem und perlitischem Gusseisen mit Kugelgraphit. Es ist zu erkennen, dass die Schnittgeschwindigkeit im Vergleich zu GJS-700-2 durch die höhere Festigkeit und Härte bedingt weiter abgesenkt werden muss, um dieselbe Standzeit zu erreichen, und dass relativ geringe Änderungen der Schnittgeschwindigkeit einen starken Einfluss auf die Standzeit ausüben. In **Bild 13** werden Hartmetalle mit Keramiken und PCBN verglichen. Siliciumnitrid und PCBN sind in keinem Schnittgeschwindigkeitsbereich eine wirtschaftliche Alternative zu Hartmetall. Als sehr interessant stellt sich aber der Schneidstoff Aluminiumoxid dar. Gusseisenwerkstoffe werden üblicherweise trocken bearbeitet. Beim Zerspanen von ADI ist der Einsatz von Kühlschmierstoff allerdings eine interessante Alternative. ADI erfordert auch je nach Fertigungsverfahren spezielle Werkzeuggeometrien. Zum Erhöhen der Härtbarkeit zugesetztes Molybdän verschlechterte die Bearbeitbarkeit durch die Carbide ebenfalls.

Als besonderes Problem in der Praxis hat sich die Verfestigung von nicht ausreichend stabilem Austenit in falsch wärmebehandeltem ADI während des Bearbeitungsvorganges gezeigt. Die Gussstücke waren entweder sehr schwer bearbeitbar oder es kam sogar zu Werkzeugbruch.

Marktentwicklung und Anwendungen

Das für ADI kennzeichnende austenitisch-ferritische Gefüge ist bereits seit den vierziger Jahren für Grauguss und bei Gusseisen mit Kugelgraphit seit den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts bekannt [13–16], aber die technische Umsetzung blieb auf Experimente und Einzelfälle beschränkt. Erst ab etwa 1970 begannen an verschiedenen Stellen der Welt systematische Untersuchungen dieser Werkstoffgruppe, in denen die eingangs dargestellten Kenntnisse über das Umwandlungsverhalten und die Eigenschaften erarbeitet wurden. [2, 17–27]

Die ersten bekannten Serienanwendungen stammen aus dem Zeitraum von 1970 bis 1972. Es sind eine 500 g schwere Kurbelwelle für den Kompressor eines Kühlaggregats (**Bild 14**) in Nordamerika sowie Zahnräder für stationäre Getriebe in Finnland.

Sie wurden allerdings von der Fachwelt kaum zur Kenntnis genommen. Sehr großes Aufsehen erregte dann aber der Einsatz von Tellerrädern und Ritzeln für einen Serien-Pkw bei General Motors im Jahre 1977. Die Bekanntmachung war der Anlass für eine Flut von Veröffentlichungen und Untersuchungen sowie zahlreiche Entwicklungsprogramme. Die Kugelgraphitgießer hofften, mit diesem Werkstoff einen großen Teil des Marktes für Schmiedestahlteile übernehmen zu können. Diese Hoffnungen erfüllten sich vor allem in Europa leider nicht. Insbesondere die Automobilhersteller waren nicht bereit, einwandfrei funktionierende und über Jahre hinweg optimierte Fertigungsketten und Lieferantenbeziehungen für z. B. einsatzgehärtete geschmiedete Zahnräder zugunsten von ADI aufzugeben. Einige Gießereiunternehmen mussten bei ihren Entwicklungsprogrammen, die bis zu Fahrversuchen reichten, bittere und kostspielige Enttäuschungen hinnehmen.

Wie die Entwicklung der Weltproduktion an ADI in Bild 15 zeigt, ist Nordamerika auch heute noch der Hauptmarkt für ADI. Hier erzeugen über 200 Gießereien und rd. 50 Wärmebehandlungsbetriebe ADI. Für diesen Vorsprung gibt es mehrere Gründe. ADI besitzt, abgesehen von der Dämpfungsfähigkeit und in einigen Verschleißanwendungen, keine Eigenschaften, die sich mit Vergütungsstahl nicht auch erreichen lassen. Die Vorteile von ADI sind daher niedrigere Kosten. Die Kostensenkungen sind besonders hoch, wenn man Schweißkonstruktionen durch ein Gussteil ersetzt oder konsequent die Möglichkeiten des Leichtbaus umsetzt. Für den Konstrukteur stellte sich die Frage, ob die möglichen Kostenvorteile die Risiken der Umstellung von dem bewährten und bekannten Schmiedestahl auf einen neuen, kaum erprobten Werkstoff rechtfertigen, vor allem, solange Gießereien und Wärmebehandlungsbetriebe sich noch schwer taten, die Gussteile qualitätssicher und in ausreichender Menge zu liefern. Eine Reihe von Fehlschlägen mit Teilen von Herstellern, die "auch ADI erzeugen" wollten, brachten den Werkstoff zusätzlich in Verruf. Hinzu kam, dass Schmiedestahlerzeuger zu teilweise recht erheblichen Preiszugeständnissen bereit waren, um ihren Markt zu erhalten. Die Betonung des Leichtbaus und die Forderungen nach Geräuscharmut haben die Chancen für ADI neuerdings verbessert.

In Nordamerika war und ist der Kostenunterschied zwischen ADI und anderen Werkstoffen erheblich größer als in Europa, wie der Vergleich in **Bild 16** zeigt, was den Anreiz zur Umstellung erheblich steigert. Eine Reihe Gießereien und Wärmebehandlungsbetrieben setzten auf ADI, tätigten recht hohe Investitionen und erbrachten erhebliche Vorleistungen, um den Markt zu entwickeln. Der größere einheitliche Markt in Nordamerika sowie die höhere Bereitschaft der Amerikaner, neue Ideen auszuprobieren, wirkten sich vorteilhaft aus. In der Vergangenheit lag der Schwerpunkt der Anwendungen von ADI bei verschleißbeständigen Teilen für Erdbewegungs-, Bau- und Landwirtschaftsmaschinen. Inzwischen haben jedoch der Fahrzeug-

bau, insbesondere der Nutzfahrzeugbau, den höchsten Marktanteil erreicht. Einen Eindruck der Marktentwicklung in Nordamerika vermittelt **Tafel 7** anhand der Anteile verschiedener Abnehmergruppen für den Zeitraum von 1995 bis 2002.

Tafel 7: Anteile verschiedener Abnehmergruppen für ADI in Nordamerika in den Jahren 1995, 1998 und 2002 **[11]**

Bereich	Anteil in %		
	1995	1998	2002*)
schwere Nutzfahrzeuge	22	29	30
leichte Nutzfahrzeuge und Pkw	18	26	30
Bergbau-, Bau- und Erdbewegungsmaschinen	17	19	
allgemeiner Maschinenbau	16	10	10
Eisenbahnwesen	16	8	
Landmaschinen	8	7	
Wehrtechnik und Sonstiges	3	I	

^{*)} grobe Schätzungen

Der größte Einzelmarkt sowohl in Nordamerika als auch in Europa dürften zur Zeit Federlager (**Bild 17**, siehe Bildseite 196) und andere Fahrwerkskomponenten wie Querlenker für Nutzfahrzeuge sein. Die konstruktive Entwicklung der Federlagerung eines Class 6 Lkws von GM vom Schmiedeteil zu einer gegossenen Leichtbaukonstruktion aus ADI zeigt **Bild 18**. Radnaben für Nutzfahrzeuge entwickeln sich ebenfalls zu einem wichtigen Anwendungsbereich für ADI (**Bild 19**). ADI kann hier auch in Bezug auf Leichtbau mit Aluminium konkurrieren.

Auch bei Pkws werden Federungshalter neuerdings aus ADI erzeugt, und der am raschesten wachsende Markt sind Fahrwerkskomponenten, Halterungen und Motorträger für leichte Nutzfahrzeuge und Pkw. Weitere Beispiele sind Abschlepphaken oder Türschamiere für die rückwärtige Tür eines Lieferwagens aus ADI Grade I, da sie eine hohe Festigkeit haben müssen, wenn der Wind die Tür herumschlägt.

Sowohl bei Zahnrädern als auch bei Kurbelwellen ist im Fahrzeugbau trotz vieler erfolgreicher Versuche noch kein Durchbruch zu wirklichen Großserien erreicht worden. Differentialgehäuse, Doppelgelenke und Hohlräder werden aber in Nordamerika seit langem aus ADI gefertigt, und von dem Ausgleichsgetriebegehäuse für einen Wagen von GM mit Allradantrieb in **Bild 20** werden pro Tag etwa 9 000 Stück hergestellt.

Tafel 8. Vergleich der Geräuschentwicklung verschiedener Bearbeitungsvarianten bei Stimradgetrieben aus ADI und Vergütungsstahl [28]

Nr.	Werkstoff	Verzahnung	Bearbeitung	Geräuschentwicklung $L_{P(A)}$ [dB(A)]
Ι	ADI-900*)	Normal-Verzahnung	gefräst	72,3
2	ADI-900*)	Hoch-Verzahnung	gefräst	69,5
3	ADI-900*)	Normal-Verzahnung	geschliffen	66,7
4	16MnCr5E	Normal-Verzahnung	geschliffen	72,9
5	16MnCr5E	Hoch-Verzahnung	geschliffen	69,7
6	ADI-900*)	Hoch-Verzahnung	geschliffen	64,0 **)

^{*)} gerechnet

Den Nachweis, dass ADI-Kurbelwellen den Anforderungen durchaus gewachsen sind, erbringen die in einer kleineren Serie für den 6-Zylinder-Motor des Sportwagens TVR Tuscan Speed Six und für einen älteren V8-Motor der britischen Firma TVR Engineering aus GJS-1000-5 hergestellten Kurbelwellen (**Bild 21**). Die Alternative zu ADI wäre eine aus dem Vollen gearbeitete Stahl-Kurbelwelle gewesen, die nicht nur teurer, sondem auch um 4,5 kg schwerer ausgefallen wäre

Ein wichtiges und bewährtes Anwendungsgebiet für ADI sind seit etwa 1970 Zahnräder für stationäre Getriebe. Hier wird die günstige

^{**)} ADI-900 entspricht etwa GIS 900-5)

Kombination von für die Bemessung von Zahnrädern wichtigen Kennwerten und oft auch die gute Geräuschdämpfung ausgenutzt, wie das folgende Beispiel zeigt. Bei einem Stirnradgetriebe forderte der Kunde, dass die Geräuschentwicklung in 1 m Abstand 70 dB(A) nicht überstieg. Eine solche Forderung kann man entweder mit einer präzisen und entsprechend teuren Verzahnung aus Stahl oder einem gut dämpfenden Werkstoff wie ADI erfüllen. In einer Testreihe wurden fünf Stirnradvarianten erprobt, wobei es darum ging, diejenige Variante herauszufinden, die die geforderte Geräuschgarantie nicht so gut wie möglich, sondern so gut wie nötig und zu geringsten Kosten erfüllte. Tafel 8 enthält die Ergebnisse. Der Vergleich zeigt zunächst den starken Einfluss der Bearbeitungsqualität und der Art der Verzahnung. Bei gleicher Verzahnung und Bearbeitung ist jedoch ADI dem Stahl stets überlegen, wie der Vergleich zwischen den Varianten 3 und 4 zeigt. Das geringste Geräusch ergibt sich mit ADI 900 in geschliffener Hochverzahnung mit einem Schalldruckpegel von gerechnet 64 dB(A). Der Unterschied zur Variante 4 aus Stahl in Normalverzahnung, der 72,9 dB(A) ergab, ist ganz erheblich. Zur Ausführung kam die Variante 2, die die Anforderung in kostengünstigster Weise erfüllt.

In **Tafel 9** sind verschiedene Hohlradwerkstoffe bezüglich der Kosten für ein Einfachhohlrad von 750 mm Durchmesser und 180 mm Breite verglichen. Neben den geringeren Kosten bietet die Doppelhohlrad-Gusskonstruktion zusätzliche Vorteile. Die Belastbarkeit der Zahnflanke ist bei ADI deutlich höher als beim Vergütungsstahl 34CrNiMo6V. Die noch höheren zulässigen Flankenbelastungswerte bei nitriertem 42CrMo4V können nicht ausgenutzt werden, da dieser gehärtete Werkstoff zu teuer ist und die Verzahnungsqualität hier durch das Härten schlechter als beim ADI-Hohlrad wird. Insgesamt lassen sich mit ADI-Zahnrädern (**Bild 22**) bei gleicher Leistung kleinere Getriebe bauen, wobei die Geräuschentwicklung geringer ist und in der Regel auch die Kosten günstiger sind **[28]**.

Tafel 9. Kostenvergleich verschiedener Hohlradwerkstoffe für ein Einfachhohlrad von 750 mm Durchmesser und 180 mm Breite (S. Reike)

Werkstoff	relative Herstellkosten	Flankenbelastbarkeit s _{Hlim} [N/mm²]
34CrNiMo6V	99	760
42CrMo4V+NT	110	1150
ADI-900	100	950

Im Landmaschinenbau sowie bei Erdbewegungs- und Baumaschinen nutzt man die ausgezeichnete Verschleißbeständigkeit von ADI in Verbindung mit hoher Zähigkeit aus. Baggerzähne und ähnliche Werkzeuge wie Pflugspitzen, Schneiden von Straßenbau- und -reparaturmaschinen oder Gleisbaumaschinen sowie Düngerverteilermesser sind ein häufiges Produkt und werden je nach Zähigkeitsansprüchen aus den verschiedenen ADI-Sorten hergestellt. Zusätzlich wurde für diesen Anwendungsbereich auch ein carbidhaltiges ADI mit erhöhter Härte und Verschleißbeständigkeit entwickelt. Daneben werden aber auch eine Vielzahl von anderen Bauteilen in diesen Geräten wie Gehäuse, Getriebeteile, Zahnräder, Kettentriebräder, Halterungen usw. aus ADI erzeugt, die bisher aus Schmiedestahl bestanden.

Als weitere Beispiele aus dem Verschleißbereich sind Rollen von Förderbändem, Kettentriebräder, Räder für Feldbahnen und Förderwagen, Fahrwerksteile von Eisenbahnwagen und Befestigungsklammem für Schienen.

In diesem Zusammenhang sind auch Pumpen zum Fördern von Schlamm oder feststoffhaltigen Flüssigkeiten zu nennen, für die neben Verschleißbeständigkeit auch Bearbeitbarkeit und eine gewisse Zähigkeit gefordert werden, um durch Fremdkörper im Fördergut nicht zerstört zu werden. ADI hat sich hier in vielen Fällen als vorteilhaft erwiesen, da es diese widersprüchlichen Forderungen erfüllen kann und die Herstellung der oft komplexen Teile aus Gusseisen besonders kostengünstig ist. **Bild 23** zeigt das Laufrad einer Schlammpumpe aus ADI Grade 5, das vor der Wärmebehandlung bearbeitet wird.

Ein recht wichtiger Abnehmerbereich sind Hängebahn-Transportund Förderanlagen, wo zahlreiche Teile aus ADI eingesetzt werden. ADI hat sich hier seit Jahren einen festen Platz erobert, da es die geforderten Eigenschaften mit den Vorteilen des Gießens der oft komplexen Geometrien wie in **Bild 24** verbindet.

Schließlich sollen noch Trommeln für Winden erwähnt werden, die auf Verschleiß, Zähigkeit bei oft niedrigen Temperaturen und Festigkeit beansprucht werden. Diese Anforderungen lassen sich mit ADI erfüllen. Es handelt sich teilweise um recht große Gussstücke, die bis zu 3 t wiegen können. **Bild 25** zeigt zwei Beispiele.

Schlussbemerkung

ADI ist ein Gusseisenwerkstoff mit einer wertvollen und interessanten Kombination von Eigenschaften. Die derzeitige Weltproduktion von knapp 120 000 t nimmt sich im Vergleich zur Gesamtproduktion von Gusseisen mit Kugelgraphit von fast 13 Millionen t noch sehr bescheiden aus, aber der Werkstoff besitzt ein hohes Potential für Kostensenkungen, Leichtbaukonstruktionen und geräuscharme Komponenten, das nach anfänglichen Schwierigkeiten allmählich realisiert wird. Die werkstoffkundlichen Grundlagen sind bekannt, müssen aber in Zusammenarbeit zwischen Gießern und Wärmebehandlungsbetrieben konsequent umgesetzt und angewendet werden, um den Kunden hochwertige und zuverlässige Bauteile zu liefern und das Vertrauen in diesen neuen und nicht ganz einfachen Werkstoff zu schaffen. Auf dieser Vertrauensbasis werden Konstrukteure und Anwender bereit sein und lernen, die Möglichkeiten dieses Gusswerkstoffs zu nutzen.

Schrifttum

- [1] Röhrig, K.: Fehlermöglichkeiten bei der Erzeugung von ADI. Gießerei-Praxis (2001) 4, S. 153–162.
- [2] Dorazil, E., B. Barta und E. Münsterova: Mechanische Eigenschaften von zwischenstufenvergütetem Gusseisen mit Kugelgraphit. Gießerei-Technik 19 (1973) 3, S. 79–83.
- [3] Janowak, J. F., und R. B. Gundlach: Development of Ductile Iron for Commercial Austempering. Trans. Amer. Foundrym. Soc. 86 (1978), S. 377.
- [4] Röhrig, K.: Zwischenstufenvergütetes Gusseisen mit Kugelgraphit. Gießerei-Praxis (1983) 1/2, S. 1–16.
- [5] Elliot, R.: The Role of Research in Promoting Austempered Ductile Iron. Heat Treatment of Metals (1997) 3, S. 55–59.
- [6] Hamid, A. S., und R. Elliot: Austempering an Mn-Mo-Cu alloyed ductile iron. Part I and 2. Materials Science and Technology 12 (1996) S. 679–690 und S. 780–787.
- [7] Day, S., und K. Röhrig: ADI Mehr für Weniger auf dem Weg zur erfolgreichen Herstellung und Anwendung. CIATF Technical Forum, Düsseldorf, 10. und 11. 6. 1999.
- [8] Kikkert, J.: Material Standards. 2nd European ADI Promotion Conference, Hannover, 17. und 18. April 2002.
- [9] Johansson, M.: Enhanched properties with new ADI-production technology. 2nd European ADI Promotion Conference, Hannover, 17. und 18. April 2002.
- [10] Kikkert, J.: Design Data of Austempered Ductile Iron. 2nd European ADI Promotion Conference, Hannover, 17. und 18. April 2002.
- [11] Keough, J.: ADI developments in North America. 2nd European ADI Promotion Conference, Hannover, 17. und 18. April 2002.
- [12] Klocke, F., und C. Klöpper: Machining of ADI. 2nd European ADI Promotion Conference, Hannover, 17. und 18. April 2002.
- [13] Hummel, U. von, und E. Piwowarsky: Über die Zwischenstufenvergütung von Gusseisen. Gießerei, Technisch-wiss. Beihefte (1951) 5, s 378–381.
- [14] Demidova, T. G., und M. N. Kunyavski: Isothermal Heat Treatment of Nodular Iron. Litejnoje Proizvodstwo (1955) 2, S. 20–22.
- [15] Guhl, A.: Gießerei-Technik 2 (1956) 2, S. 33–37.
- [16] High Strength Irons. Hrsgb. Climax Molybdenum Comp., 1962.
- [17] Dorazil, E., und V. Kraus: Slevarenstvi (1972) 12, S. 503-506.
- [18] Finnisches Patent, Priorität vom 12. 7. 1972 Nr. 1996/72 und 1997/72 (Kymi Kymmene, Finnland).
- [18] Lo-Khan: 43. Internationaler Gießereikongress, Bukarest, 1976

- [19] Shiokawa, T.: On the Austempering of Ductile Cast Irons, Their Mechanical Properties, and some Practical Applications. 59. Japan. Ductile Iron Association Licensee Conf., 1978.
- [20] Herfurth, K.: Möglichkeiten und Grenzen bei der Realisierung höherer Festigkeiten bei Gusseisen mit Kugelgraphit durch Wärmebehandlung. Habilitation 1979, Bergakademie Freiberg 1979.
- [21] Johansson, M.: Austenitisch-bainitisches Gusseisen mit Kugelgraphit. Gießerei-Praxis (1979) 6, S. 92–98.
- [22] Hornung, K., und W. Hauke: Gusseisenwerkstoffe für hochbeanspruchte Fahrzeugteile wie Zahnräder. VDI-Z 123 (1981) 4, Februar II, S 16–24
- [23] Homung, K.: Zahnräder aus bainitischem Gusseisen mit Kugelgraphit. Dr.-Ing. Diss., TH München 1982
- [24] Janowak, J. F., R. B. Gundlach, G. T. Eldis und K. Röhrig: Technische Fortschritte in der Gusseisenmetallurgie. 48. Internationaler Gießereikongress, Varna, 1981, vgl. Gießerei-Praxis (1982) 17, S. 269–284.
- [25] Rundman, K. B. u. a.: Structure and Mechanical Properties of Austempered Ductile Iron. AFS Transact. 92 (1984) S. 815–840.
- [26] Barbezat, G., und H. Mayer: GGG-100: Günstige Kombination von hoher Festigkeit und Zähigkeit. Konstruieren + Gießen 9 (1984) 1, S. 24–31.
- [27] Janowak, J. P., und P. A. Morton: Hinweise zu den durch Zwischenstufenvergüten möglichen mechanischen Eigenschaften eines mit 1,5 % Ni und 0,3 % Mo legierten Gusseisens mit Kugelgraphit. Gießerei-Praxis (1985) 20, S. 291–301.
- [28] Reike, S.: I. European ADI Promotion Conference, Hannover, 19. April 1999.

Faserverbundgussteile einmal anders

A new Approach in Light Weight Constructions



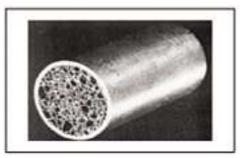
Dipl. -Ing. Dr. mont. Andreas Ippavitz, Nach mehrjähriger Tätigkeit in der Industrie Studium der Verfahrenstechnik und der Metallurgie an der Montanuniversität Leoben. Seit 1998 Assistent am Institut für Gießereikunde und seit 2002 wissenschaftlicher Mitarbeiter und stellvertretender Institutsvorstand.

Einleitung

In der vorliegenden Arbeit wird die Verfahrensentwicklung zur Herstellung von topologie- und festigkeitsoptimierten Schwammstrukturen als Innenversteifungen für hohl gegossene Keramikfaserverbundgussteile dargestellt. Der Trend zu leichteren und steiferen Bauteilen fordert die Ingenieure, an neuen Verfahren und Bauteilen zu arbeiten. Durch den Einsatz neuer Technologien wie Rapid-Prototypingverfahren und durch die Kombination dieser mit traditionellen Technologien sollen Synergieeffekte genutzt werden.

Ausgehend von einem möglichen Bauraum wird durch Ansetzen der einwirkenden Kräfte ein topologieoptimiertes Bauteil erzeugt, wobei das Bauteil durchaus Hohlstellen aufweisen kann. Diese Hohlstellen sind durch das Einsetzen von Kernen darstellbar. Hier setzt die neue Technologie an. Durch die Verwendung einer Feuerfestkeramik als verlorener Kern kann der Hohlraum abgebildet werden. Die Keramik besitzt eine Dichte im Bereich von 150 – 800 kg/m³ und ist somit leichter als die eingesetzte Legierung. Der wesentliche Vorteil besteht darin, dass geschlossene hohle Bauteile weit höhere Steifigkeitswerte aufweisen als Bauteile mit Öffnungen.

Die Abfolge bei der Entwicklung der Technologie der verlorenen Keramikschaumkerne ist in den folgenden Schritten erklärt. Ausgangspunkt der Überlegungen sind die verschiedenen Metallschwämme, wie sie heute Stand der Technik sind. Diese Schäume werden mit unterschiedlichen Verfahren hergestellt. Zwei Beispiele sind in **Abbildung I** und **2** aufgeführt.



Summary

In this report, the process development for the manufacturing of foam structures, as inner stiffeners for hollow casted ceramic-metal-composites, optimised for topology and strength, is presented. Metal foams are state of the art today. A major advantage of using metal foams is their low specific density. A new approach for getting optimised structures is in combination with the rapid prototyping, where nearly all kinds of foam-constructions can be produced by using CAD data. Another approach for light weight constructions is the use of ceramic fibres. The use of ceramic fibres as lost cores with low density in the metal casting process allows the production of complex inner structures and foams.

Abbildung I zeigt ein Rohr, das mit einem durch Wärmebehandlung und Treibmittel geschäumten Metallschaum gefüllt ist.

In **Abbildung 2** ist ein offenporiger Metallschwamm dargestellt, welcher durch Ausbrennen eines Kunststoffschwamms im Genaugussverfahren hergestellt wurde.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Schäume ist ihr geringes spezifisches Gewicht. Diese Schäume und Schwämme werden als Crashabsorber, Katalysatoren, Filter, Brenner, Wärmetauscher usw. eingesetzt. Ein neuer Ansatz für eine optimierte Struktur der Schäume ist in der Verknüpfung mit Rapid-Prototyping Verfahren zu sehen, da mit diesen über CAD-Konstruktionen nahezu beliebige Schaumstrukturen direkt hergestellt werden können.

Ein solchermaßen konstruiertes Wachsmodell eines offenporigen Metallschwamms ist in **Abbildung 3** dargestellt. Dieses Modell wurde mit dem Rapid-Prototypingverfahren Fused-Deposition-Modelling hergestellt und dient beim Genaugussverfahren als verlorenes Modell. Der Vorteil der konstruierten Metallschwämme liegt in der Berechenbarkeit der Spannungszustände durch Festigkeitssimulationsprogramme.



Abb. 2: Offenporiger Metallschwamm.

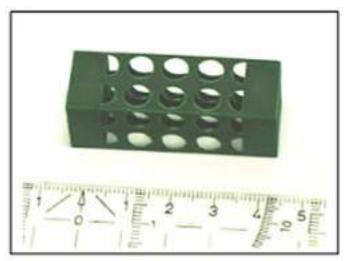


Abb. 3: Konstruierte Schwammstruktur.

Weitere Leichtbaukonstruktionen können aus der Natur übemommen werden. So liefert die Topologieoptimierung der Natur entsprechende Strukturen. Durch die Keramikkerne können hier die Innenkonturen sowie Versteifungen innerhalb des Hohlraums konstruiert und auch gegossen werden. Die einzelnen Schritte bei der Topologieoptimierung sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Die dazu verwendeten Programme liefern für den Konstrukteur eine Hilfestellung bei der Bauteilgestaltung bzw. können die errechneten Daten direkt als CAD-Daten für das Rapid-Prototyping eingesetzt werden.

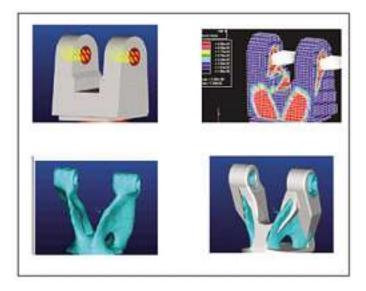


Abb. 4: Entstehungsstufen der Topologieoptimierung [2].

In **Abbildung 4** sind die Entstehungsstufen bei der Topologieoptimierung dargestellt. Ausgehend von dem zur Verfügung stehenden Bauraum werden die wirkenden Kräfte und Einspannbedingungen definiert (**Abbildung 4 links oben**). Mit der Spannungsverteilung im Bauteil wird in iterativen Schritten die Struktur berechnet (**Abbildung 4 rechts oben und links unten**). Durch den Konstrukteur wird dieser Strukturvorschlag in ein konkretes Bauteil umgestaltet (**Abbildung 4 rechts unten**). Dieses Bauteil wird anschließend nochmals einer Spannungsuntersuchung unterzogen. Bei den in der Literatur gefundenen optimierten Bauteilen werden keine hohlen Teile beschrieben, obwohl die hohlen Bauteile wesentliche Vorteile bei der Torsionssteifigkeit aufweisen. Hier können die Konstrukteure ansetzen und die Gestaltungsmöglichkeiten bei der Gussteilkonstruktion sowohl im Außenbereich als auch im Bauteilinneren ausnutzen.

Experimentelles

Für den optimierten Leichtbau ist die Verwendung von keramischen Fasermaterialien geringer Dichte eine neue Möglichkeit Hohlräume abzubilden. Hier kann der Vorteil der Torsionssteifigkeit bei geschlossenen Hohlbauteilen ausgenützt werden. Das Keramikmaterial wird als verlorener Kern eingesetzt und vollständig mit Metall umgossen. Die Temperaturbeständigkeit des Fasermaterials liegt je nach eingesetztem Material bis zu 1800 °C. In verschiedenen Versuchsreihen wurden Verbundgusskörper im Sandguss- und Genaugussverfahren in den Metallen Aluminium, Gusseisen und Stahl abgegossen. In **Abbildung 5** ist ein Gussteil aus Aluminium mit verlorenem Keramikkern geschnitten dargestellt.



Abb. 5: Verbundgusskörper mit Faserkeramikkern und Aluminium.

Beim Einsatz dieser Keramikkerne kommt es wegen des hohen Luftanteils im Faserkern bei dem Wärmeeintrag durch den Gießvorgang zur Expansion der Luft. Wird die Luft durch das einströmende Metall umschlossen, steigt der Druck im Kern an. Dies führt zu Gaseinschlüssen im Bauteil. Die Expansion der Luft kann durch Erhitzen des Keramikfaserkerns auf Gießtemperatur vermieden werden. Der vorgewärmte Kern wird unmittelbar vor dem Gießen in die gewünschte Position eingelegt. Diese Methode findet beim Sandguss sowie beim Kokillenguss Anwendung. Beim Feingießen und Genaugießen ist die Form ohnedies vorgeheizt und somit kann die gesonderte Erwärmung des Kerns entfallen.

Der Einsatz keramischer Fasermaterialien als verlorener Kern im Gießverfahren erlaubt zudem, aufgrund des Herstellungsprozesses, die Kombination von Faserkernen mit geometrisch komplexen gegossenen Schaum- und Innenstrukturen. Bei den Versuchen wurde die Sechskantstruktur des Verbundgusskörpers für die Entwicklung der Innenversteifung herangezogen. Durch mehrere Simulationsschritte ergibt sich eine bezüglich der auftretenden Spannungen optimierte Innenversteifung. Das Ergebnis der Simulation ist in **Abbildung 6** dargestellt.

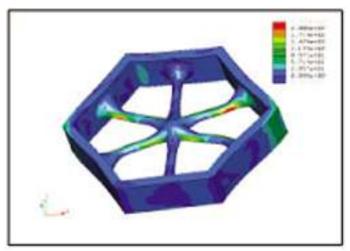


Abb. 6: Spannungsverteilung im Bauteil.

Man erkennt anhand der Spannungsverteilung, dass die maximalen auftretenden Spannungen nicht in den Kerben, sondern unmittelbar nach dem Übergang in den Verbindungsstäben liegen. Die in diesen Simulationsrechnungen erhaltenen Daten wurden anschließend durch die Bauteilprüfung verifiziert. Zur Aufzeichnung des Druckvorganges wurde eine Videoextensometermessung angeschlossen. Es konnte gezeigt werden, dass die Bruchstellen am Bauteil genau den in der Simulation bestimmten kritischen Bereichen entsprechen (siehe **Abbildung 7**).

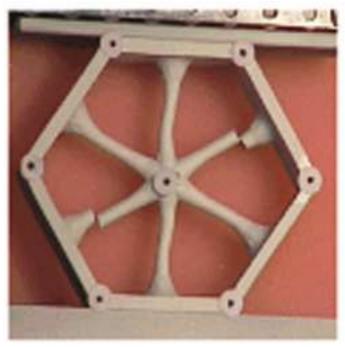
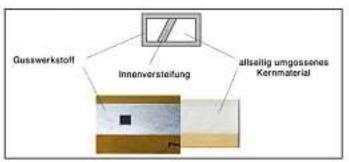


Abb. 7: Bauteil nach dem Versagen in der Druckprüfmaschine.

keine Grenzen gesetzt.

Bei diesem Druckversuch wurde die untere Fläche des Bauteils fest eingespannt. Die obere Fläche wurde durch ein Loslager ausgeführt. Der Kraftverlauf sollte symmetrisch erfolgen. Sobald jedoch das Bauteil in eine Richtung ausschert, ergibt sich für den folgenden Verlauf eine unsymmetrische Belastung. Darum kommt es auch in den beiden gegenüberliegenden Verbindungsstäben zuerst zum Bauteilversagen. Die Erkenntnisse aus diesen Versuchen können für neue Anwendungen genutzt werden. So können festigkeits- und topologieoptimierte Bauteile mit dieser Technologie gleichzeitig hohl und mit Innenversteifungen in den verschiedensten Metallen gegossen werden. Dabei sind der Komplexität der Außenkontur und der Innenstrukturen fast

In **Abbildung 8** wird die Versuchsgeometrie in einer Schnittdarstellung gezeigt. Der in der Abbildung dargestellte Keramikfaserkem ist beim fertigen Bauteil komplett mit Metall umhüllt. Die Hohlräume im Keramikkern können auf verschiedene Arten hergestellt werden. Eine Möglichkeit besteht darin, die Keramikfasern in einer Suspension in eine Kokille einzufüllen und so die gewünschte Kernstruktur in einem



 $\label{lem:abb. 8: Geometriebeispiel mit Keramikfaserkern und m\"{o}glicher Innenversteifung.}$

Arbeitsgang herzustellen. Bei den eingesetzten Keramikkernen wird die Suspension aus Keramikfasern, Wasser, Härtern und Füllstoffen über einen Siebboden mittels Vakuum angesaugt. Der sich bildende Filterkuchen wird anschließend getrocknet und einer mechanischen Bearbeitung zugeführt. Bei der Herstellung der Kerne werden Fräsroboter eingesetzt.

Die Hohlräume in den Keramikkemen, welche beim Vergießen mit Metall gefüllt werden sollen, können durch mechanische Bearbeitung des Kerns als auch durch Verwendung von Wachsmodellen dargestellt werden. So wird die gewünschte Innenstruktur als Wachsmodell zum Beispiel als Standardteil, wie sie beim Feingießen eingesetzt werden, verwendet oder man verwendet Rapid-Prototypingmodelle zur Herstellung einzelner Anschauungsobjekte. Das Wachs wird im Trocknungsvorgang ausgeschmolzen und hinterlässt die mit Metall aufzufüllenden Hohlräume.

Abbildung 9 links zeigt ein Wachsmodell, das als Platzhalter für den Formhohlraum bei der Keramikfaserkemherstellung eingesetzt wird. In **Abbildung 9 rechts** ist der Filterkuchen mit den Positionierhilfen auf dem Siebboden zu sehen. Bei diesem Filterkuchenherstellprozess sind Probleme mit der Formfüllung aufgetreten. So bildeten sich hinter den Verbindungsstäben des Wachsmodells mehrere Hohlräume aus. Durch den Einsatz einer Pumpe zur Überführung der Suspension in den Vakuumbehälter könnte das Ergebnis stark verbessert werden.



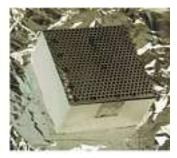


Abb. 9 links): Wachsmodell mit Positionierhilfen im Vakuumabsaugbehälter Abb. 9 rechts): Keramikfaserfilterkuchen mit Siebboden.

Welche Innenversteifungen können eingesetzt werden? Wie bereits erwähnt, sind der Gestaltung der Innenversteifungen fast keine Grenzen gesetzt. Diese Grenzen ergeben sich einerseits aus der Herstellung der verwendeten Wachsmodelle im Rapid-Prototypingverfahren. So können ausschließlich offenporige Schwammstrukturen mit dieser Technologie hergestellt werden. Eine andere Grenze stellt die Bearbeitung der Keramikfaserkörper durch Roboter oder andere Bearbeitungsmaschinen dar. In den Versuchen hat sich gezeigt, dass die Maßhaltigkeit der Keramikkerne schwankte. Dies war aber auf die mangelnde Sorgfalt bei der Herstellung dieser zurückzuführen. Durch genaue Überwachung der Herstellungsschritte ist eine Maßgenauigkeit von $\pm\,0,05$ mm erreicht worden.

Bei der Konstruktion der Schwammstrukuren, welche als Innenversteifung dienen, wurde die Druckfestigkeit von Innenstrukturen mit verschiedenen Raumfüllungsgraden untersucht. Bei diesen Untersuchungen kamen Strukturen aus Wachs zum Einsatz, welche über Rapid-Prototyping hergestellt waren. Die Wachsmodelle wurden anschließend im Gipsformverfahren abgegossen. Die verschiedenen Strukturen sind in **Abbildung 10** gezeigt.



Abb. 10: Versuchsgeometrien in AlSi12 abgegossen.

Beim Druckversuch zeigte sich das in **Abbildung II** dargestellte Ergebnis. Die Versuche wurden bis zu einer sichtbaren Deformation der Versuchsteile durchgeführt. Danach wurde der Versuch abgebro-

Druckprobe der Innenstrukturen

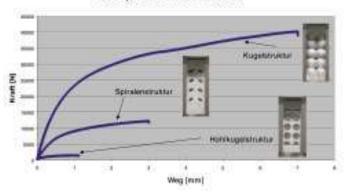


Abb. 11: Ergebnisse der Druckversuche im Kraft-Weg-Diagramm.

chen, da durch die Pressung die Hohlräume deformiert wurden und so keine Beziehung zur Konstruktion mehr möglich war.

Die massive Konstruktion der sich durchdringenden Kugeln stellt erwartungsgemäß die größte Belastbarkeit dar. Eine Korrelation zwischen den Raumfüllungsgraden und der Belastbarkeit ist nicht zielführend, da die Anzahl der Elementarzellen in den verschiedenen Raumrichtungen zu gering ist. Um die Stützwirkung der Verbindungsstäbe untersuchen zu können, müssen weitere Versuche mit höherer Anzahl von Elementarzellen durchgeführt werden. Die Untersuchung solcher Strukturen wird in verschiedenen Literaturstellen beschrieben. Einige dieser Stellen sind als weiterführende Literatur aufgezählt. Ein weiterer Einfluss auf das Ergebnis ist durch den Herstellungsprozess, das Rapid-Prototyping, gegeben.

Die Wachsmodelle werden im Fused-Deposition-Modelling-Verfahren hergestellt. Dadurch ergibt sich ein schichtweiser Aufbau der Modelle. Die Schichtung ist besonders gut unter dem Rasterelektronenmikroskop zu erkennen (**Abbildung 12**), wobei die endgültige Struktur der Gussteile durch die Lösung des Stützwachses und die anschließende Einbettung in die Gipsmasse beeinflusst wird. Die erkennbaren Schichten sind in der Ebene parallel zur Basisschicht bei der Herstellung ausgerichtet. Sie ergeben einen Einfluss in dieser Ebene, das heißt in zwei Raumrichtungen. Deshalb muss bei der Positionierung der Modelle auf der Rapid-Prototyping-Maschine bereits auf die möglichen Auswirkungen Bedacht genommen werden.

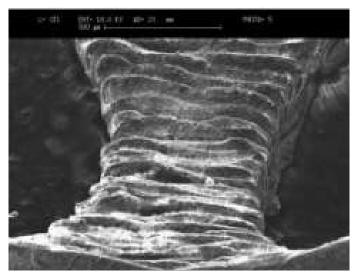


Abb. 12: Rasterelektronenmikroskopaufnahme der Versuchsgeometrie.

Ausblick

Das größte Potential für die Technologie topologie- und festigkeits- optimierter Gussteile mit verlorenen Keramikfaserkernen herzustellen ist in Bauteilen zu sehen, welche aufgrund von Beschleunigungs- und Abbremsvorgängen geringe Massen und eine hohe Bauteilsteifigkeit aufweisen sollen. Hier sind vor allem Anwendungen in der Automobilbranche denkbar, wo durch Gewichtsreduzierung und die daraus resultierenden Synergieeffekte der Treibstofverbrauch gesenkt werden kann. Auch eine wesentliche Steigerung der Steifigkeit bei gleichzeitiger Verringerung des Bauraums lassen bis heute undurchführbare Konstruktionen für die nahe Zukunft erkennen.

Der Bereich des Großmaschinenbaus ist als mögliches Anwendungsgebiet vorstellbar. So wird in der Literatur die Verwendung von Sandkernen als verlorene vollständig umgossene Kerne als Hohlraumdarstellung beschrieben. Mit der Faserkeramik kann dieser Effekt nochmals verbessert werden.



Abb. 13: Hinterachsquerträger [3].

In **Abbildung 13** ist ein Hinterachsquerträger mit heutiger Konstruktionsweise als Druckgussteil dargestellt. Dieses Bauteil könnte im oberen Bereich durch die Verwendung von Faserkernen hohl und mit Innenversteifungen in einem anderen Gießverfahren gegossen werden, was wesentlich bessere Steifigkeitswerte ergeben würde.

Das ganze Potential dieser Technologie ist noch nicht abschätzbar, jedoch lassen sich aus den gravierenden Vorteilen der hohen Bauteilsteifigkeit bei topologie- und festigkeitsoptimierten Bauteilen mit nahezu beliebigen Innenversteifungen das breite Anwendungsspektrum erkennen. Nach der erfolgreichen Herstellung von ersten Prototypen kann die Technologie nun für die Serienproduktion eingesetzt werden.

Referenzen

- [1] A. Melzer, J. Baumeister, J. Banhart, M. Weber, O. Irretier, J. Jöbstl: "Aluminiumschäumen im kontinuierlichen Betrieb" Metall 53 (1999), Nr. 9 S 501–503
- [2] http://www.hegerguss.de/biodesign/modell.htm
- [3] FF. Butz; "Leichtbau mit Aluminiumguß" forum—Technische Mitteilungen Thyssen Krupp, S.46-49 1/1999

Weiterführende Literatur:

- L. J. Gibson, M. F. Ashby "Cellular solids Structure and properties" Cambridge University Press (1997)
- M.F. Ashby, A.G. Evans, N.A. Fleck, L.J. Gibson, J. W. Hutchinson and H.N.G. Wadley "Metal Foams: A Design Guide" Butterworth, Heinemann (USA), 2000.

Lernen von biologischen Vorbildern – neue Konstruktionsmethoden in Guss

Learning from Nature - BIOCAST Design



Dipl.-Ing. Ernst du Maire, Absolvent der Fachhochschule Hamburg, Maschinenbau. Nach leitenden Tätigkeiten in Konstruktion und Qualitätssicherung im Maschinenbau Übernahme der Werksleitung und später der Geschäftsführung der Heidenreich & Harbeck Gießerei GmbH in Mölln und ab 1993 Geschäftsführender Gesellschafter. Ab I. 12. 2002 Vorstandsvorsitzender der Heidenreich & Harbeck AG in Mölln. Vorsitzender der Landesverbände Nord des DGV und des VDG und Leiter des VDG-Fachausschusses Konstruieren in Guss. Präsidiumsmitglied im Deutschen Gießereiverband und im Verein Deutscher Gießereifachleute.

Dr.-Ing Thorsten Schmidt, Absolvent des Maschinenbaus an der TU Braunschweig. Nach Tätigkeiten als Berechnungsingenieur in der Zahnradfabrik Friedrichshafen, als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der BUGH Wuppertal und als Konstruktionsgruppenleiter bei der Hauni Maschinenbau AG in Hamburg seit 2001 Leiter der Entwicklungsabteilung bei der Heidenreich & Harbeck AG in Mölln.



I. Der Wettbewerb wird noch härter

Die schwierige konjunkturelle Situation des Maschinenbaus und der zuliefernden Gießereien an Hochkosten-Standorten erfordert die intensive Suche nach neuen Erfolgspotentialen und deren schnelle und entschlossene Nutzung. Gießereiindustrie und Maschinenbau im deutschsprachigen Raum haben ihre weltweit führende Rolle in den letzten Jahrzehnten erfolgreich verteidigt und ausgebaut. Angesichts der schwierigen politischen Rahmenbedingungen, besonders der unverantwortlichen Verteuerung der Arbeitskosten, hat sich die internationale Wettbewerbssituation derartig verschärft, dass ganz neue Wege beschritten werden müssen, um gemeinsam schneller besser zu werden!

2. Vom Rohteile-Lieferanten zum Innovationspartner für den Maschinenbau – eine Gießerei auf neuen Wegen

Im Unternehmen der Verfasser, der Heidenreich & Harbeck AG (h u. h) in Mölln bei Hamburg, wurde in den letzten 25 Jahren die Entwicklung von der reinen Gießerei zum Systempartner des Maschinenbaus, der einbaufertige, gegossene Komponenten höchster Qualitätsansprüche aus einer Hand liefem kann, zielstrebig vorangetrieben [1], [2]. Es wurde eine flexibel automatisierte Großteilebearbeitung für Teile bis 10 t-Stückgewicht aufgebaut [3]. Um die extremen Genauigkeitsanforderungen des Werkzeugmaschinenbaus erfüllen zu können, entstand eine der größten Führungsbahnschleifkapazitäten Westeuropas mit ebenfalls hochautomatisierter, flexibler Messtechnik (Abb. I, siehe Bildseiten 206 u. 207).

So konnte der Qualitätsregelkreis – vom flüssigen Eisen bis zur geschliffenen Oberfläche unter einem Dach – geschlossen werden, was mit unserem Logo "Qualität aus einem Guss"-Q (**Abb. 2**) symbolisiert wurde **[4]**.

Durch Lieferung von einbaufertig bearbeiteten, gegossenen Komponenten kann dem Kunden das Qualitätsrisiko auch bei äußerst komplexen, schwierigen Gusskonstruktionen abgenommen werden. Dann kann die größte Stärke des Gießens, die nahezu unbeschränkte Gestaltungsfreiheit (**Abb. 3**), voll ausgeschöpft werden **[5]**, **[6]**.

Wenn es gelänge, die ideale Gestalt für die optimale Funktionserfüllung zu finden, dann würde das Gießen seine überlegenen Formgebungsmöglichkeiten voll ausspielen können. Es wäre den anderen Formgebungsverfahren weit überlegen.

Da der Funktionswert und die Kosten zu 70–80 % schon in der Entwicklung festgelegt werden, müssen die gießtechnischen Möglichkeiten bereits in der Entwicklungsphase eingebracht werden. **h u. h** hat deshalb vor über 15 Jahren mit dem Aufbau einer Konstruktions- und Berechnungsabteilung begonnen **[7]** und in den letzten Jahren in zunehmendem Maße Verantwortung für die Konstruktion, Berechnung und Produktion komplexer, gegossener Komponenten übemommen. Insbesondere durch konstruktionsbegleitende FEM-Berechnungen, die schnell und wirtschaftlich durchgeführt wurden, konnte der Funktionsnutzen der entwickelten Komponenten gewaltig gesteigert werden. Durch Integration der gießtechnischen Simulation und der CNC-Bearbeitungs-Simulation in den Entwicklungsprozess werden bei **h u. h** die komplette Funktionalität *und* die Herstellbarkeit schon im Entwicklungsprozess virtuell erprobt **[8]**, **[9]**.

Über 200 Entwicklungsprojekte für alle Branchen des Maschinenbaus wurden erfolgreich durchgeführt **[10]**. Im Vergleich zu Vorgänger-Konstruktionen oder zu Vorentwürfen unserer Abnehmer wurden eigentlich immer

- konstruktive Schwachstellen entdeckt und abgestellt, oft mit Steifigkeitsverbesserungen oder Spannungsreduzierungen um über 50 %,
- Überdimensionierungen festgestellt und konstruktive Vereinfachungen ermöglicht, die oft Gewichts- und Kosteneinsparungen bis zu 25 % ermöglichten,
- durch die virtuelle Erprobung aller Funktionalitäten und der Herstellbarkeit und durch Simultaneous Engineering mit Entwicklung und Prototypenherstellung aus einer Hand eine Verkürzung der Zeit vom Start der Entwicklung bis zur Lieferung des Prototypen um durchschnittlich mehr als 50 % erreicht.
- Im Wettbewerb mit anderen Werkstoffen und Verfahren konnten sich Grau- und Sphäroguss erfolgreich durchsetzen.

Bei der Wirtschaftlichkeit, Geschwindigkeit und Treffsicherheit, die diese Berechnungs- und Simulationswerkzeuge heute aufweisen, sollte jedes komplexe Bauteil, an das gewisse Funktionsanforderungen gestellt werden, im Entwicklungsprozess berechnet und hinsichtlich der Herstellbarkeit virtuell überprüft werden, um Funktions- und Produktionsrisiken zu minimieren bzw. auszuschließen.

Der Erfolg dieses ganzheitlichen Ansatzes spiegelt sich in der Entwicklung bei **h u. h** wieder:

- Im Jahr 2001 lagen die gesamten Garantie- und Fehlerbehebungskosten nach Auslieferung unter 0,5 % vom Umsatz.
- Ca. 70 % der gefertigten Produkte waren Neuteile der letzten vier Jahre, bei deren Entwicklung h u. h unterstützend tätig war oder die komplette Gussteilentwicklung im Kundenauftrag durchgeführt hat.
- Ca. 40 % des Umsatzes waren vor unserer Umkonstruktion Teile aus Polymerbeton- oder Schweißkonstruktionen.

3. Von der Natur lernen? – BIOCAST®-Design

Im Sommer 2002 wurde ein umfangreiches Forschungsvorhaben, das hu. h mit der TU Hamburg-Harburg durchführte, abgeschlossen [II]. Ziel war die Entwicklung von Methoden, um die in Jahrmillionen erprobten Wachstumsgesetze der Natur in unseren technischen Entwicklungsprozess einzuführen. Die nähere Untersuchung natürlicher Bauformen zeigt nämlich, dass sie die jeweils benötigte Funktion immer mit einem absoluten Minimum an Material und Energie- →



Abb. I: Aufsichtsfreies 3D-Koordinatenmessgerät mit automatischem Tasterwechsel und flexiblem Werkstückwechsel (Messbereich 3000 mm × 2000 mm × 1000 mm).

Anforderungen des Kunden an das Gusstell (Bautaun, Masse, Verteitungen, Festigket, Kosten)

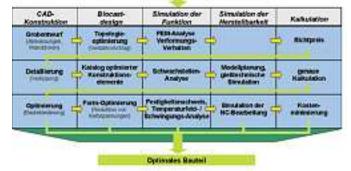


Abb. 4: Von h u. h angebotene Entwicklungsdienstleistungen.



Abb. 2: Qualität aus einem Guss durch Zusammenfassung aller Verrichtungen unter einem Firmendach

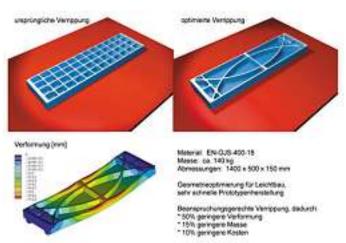


Abb. 5: Schlitten einer HSC-Fräsmaschine: Manuelle Topologie-Optimierung 1997



Abb. 3: Altmesopotamischer Kupferguss eines männlichen Kopfes, 2000 v. Chr.

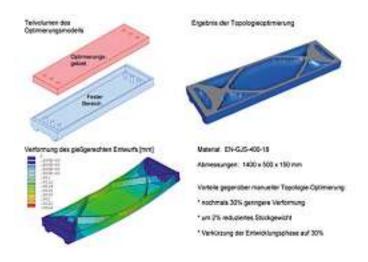


Abb. 6: Schlitten für HSC-Fräsmaschine: Automatische Topologieoptimierung 2002

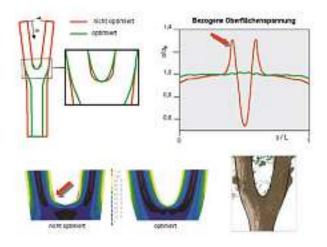


Abb. 7: Formoptimierung an einer Stütze (nach Prof. C. Mattheck [12])

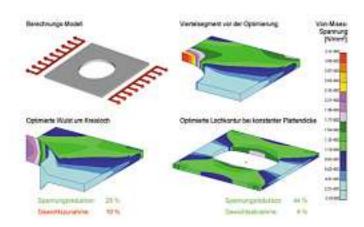


Abb. 10: Formoptimierung an einer zugbelasteten Lochplatte

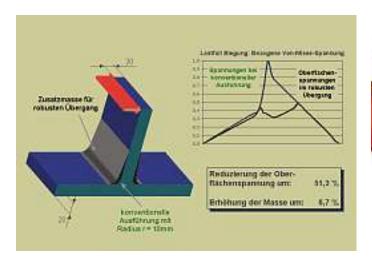


Abb. 8: Beispiel eines formoptimierten, robusten Konstruktionselements

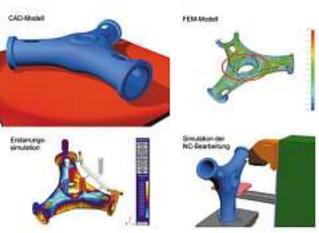


Abb. II: Einsatz von Simulationssoftware bei der Entwicklung einer Windkraftnabe

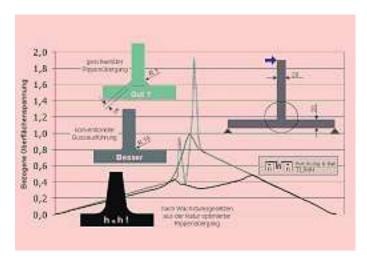


Abb. 9: Einfluss von Fertigungsverfahren und Formgebung auf die Oberflächenspannung $% \left(1\right) =\left(1\right) +\left(1\right)$

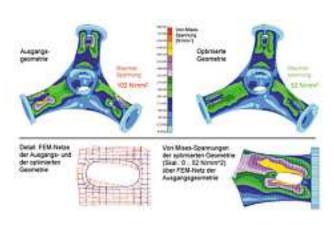


Abb. 12: Formoptimierung an der Rotornabe

einsatz erfüllen lässt **[12].** Wenn es gelänge, in Anlehnung an die Vorbilder aus der Natur Optimierungsprogramme zu entwickeln und anzuwenden, die auch bei komplexen Strukturen eine automatische Gestalt- (Topologie) Optimierung oder eine automatische Form- (Shape) Optimierung erlauben, dann würden sich gewaltige, neue Erfolgspotentiale erschließen und sich der Entwicklungsprozess noch wirtschaftlicher gestalten.

Im Hause **h u. h** wurden solche Programme entwickelt und zu einem erfolgreichen praktischen Einsatz gebracht. Zwar sind noch einige Schnittstellenprobleme zu verbessem, aber insgesamt steht uns nunmehr ein Entwicklungsbaukasten (**Abb. 4**) zur Verfügung, der unseres Wissens bisher bei keinem Wettbewerber und in kaum einem Maschinenbauunternehmen vorhanden ist und die Möglichkeiten unserer Entwicklungspartner daher ideal ergänzt.

Die erfolgreiche Nutzung dieser mit verschiedenen Partnern entwickelten Programme setzt erhebliche Erfahrung voraus, da geringe Modifikationen von Randbedingungen im zugrundeliegenden FEM-Modell zu sehr unterschiedlichen Optimierungsergebnissen führen können.

Als Ideengeber und Innovationsmotor verhelfen sie zu ganz neuen Gestaltungsideen, eine genaue Nachrechnung mit den gefundenen Geometrien bei sorgfältiger Festlegung von Lastannahmen und Randbedingungen ist aber unerlässlich. Bei der Verifikation der Berechnungsergebnisse helfen oft Vergleichsrechnungen mit Vorgängerkonstruktionen oder mit Bauteilen, die mit anderen Werkstoffen oder Verfahren ausgeführt wurden.

3.1 BIOCAST®-Design - Topologie- (Gestalt) Optimierung

Die Topologieoptimierung dient innerhalb eines vorgegebenen Bauraums dem automatischen Auffinden von kraftflussgerechten, steifen Strukturen bei gleichzeitig möglichst geringem Bauteilgewicht. Hierfür hat die Natur im Laufe der Jahrmillionen die unterschiedlichsten Lösungsprinzipien entwickelt, angefangen vom Sterngewebe in wenige Millimeter dünnen Halmen der Binsengewächse, welche die Biegesteifigkeit extrem erhöhen, bis hin zu lamellenförmigen Knochenstrukturen, die im Schädel eines Elefanten bei geringstem Gewicht für eine sehr hohe Steifigkeit sorgen [13].

Derartige Anforderungen sind typischerweise in Pflichtenheften für Bauteile aus dem Werkzeugmaschinenbau zu finden. Hier ist meist eine aus Funktionsflächen bestehende äußere Hülle vorgegeben, die mit einer geeigneten Rippenstruktur möglichst steif, gleichzeitig aber auch kostengünstig und daher mit wenig Materialeinsatz auszuführen ist

Für diese Aufgabenstellung sind Topologieoptimierungs-Programme wirkungsvolle Werkzeuge. Sie führen zu Leichtbau-Strukturen, die nur mit dem Urformverfahren Gießen wirtschaftlich herstellbar sind. Ein Beispiel hierfür ist ein Hochgeschwindigkeitsschlitten einer HSC-Fräsmaschine, der einer Querbeschleunigung von immerhin 2 g ausgesetzt ist. Die Fragestellung, ob die klassische Kastenverrippung (Abb. 5, links oben) für diesen Einsatzzweck wirklich ideal sei, wurde bereits 1997 an h u. h herangetragen. In aufwändigen manuellen Optimierungsrechnungen, verbunden mit wiederholten Änderungen im CAD-Modell, dessen Übertragung an das FEM-Berechnungsprogramm und in etlichen Arbeitsschritten im Pre- und Postprozessing, konnte eine innovative, überlegene Rippenstruktur gefunden werden. Die Veröffentlichung der seinerzeit gefundenen fischförmigen Verrippung (Abb. 5, rechts oben) fand in der Fachwelt große Beachtung, ließen sich doch mit ihr die Verformungen (Abb. 5, links unten) gegenüber der Kastenverrippung auf die Hälfte reduzieren. Das ungewöhnliche Aussehen ergibt eine nahezu ideale Gießbarkeit. Die Anforderungen aus Formenbau und Giesserei werden weit besser erfüllt als bei der kastenförmig verrippten Variante, so dass sich das um 15 % verringerte Gewicht auch in einer Reduzierung der Herstellkosten um 10% niederschlug. Auch in anderen Entwicklungsprojekten bestätigte sich, dass nicht zuletzt wegen der vielen Gemeinsamkeiten zwischen dem Kraftfluss und der Strömungsmechanik eine per biologischer Designfindung entwickelte Gestalt auch eine gießgerechte Gestalt ist. Wir fassen diese Gesetzmäßigkeit unter der geschützten Wortmarke BIOCAST® zusammen !

Mit der jetzt zum Einsatz gebrachten Optimierungssoftware wurde die damalige Fragestellung nach der optimalen Verrippung erneut aufgegriffen.

Dazu ist im Optimierungsmodell das Bauteilvolumen zu definieren, das im Designvorschlag enthalten sein muss, weil sich dort z. B. Anschraubflächen befinden ('Fester Bereich' in **Abb. 6**, links oben). Im Optimierungsgebiet hingegen darf das Computerprogramm solche Bereiche eliminieren, die nicht zum Kraftfluss beitragen.

Der über Nacht berechnete Topologievorschlag (**Abb. 6**, links unten) ist der manuell gefundenen Gestalt nicht unähnlich, was auch für die seinerzeit geleistete Arbeit des Entwicklungsingenieurs spricht. Die Überprüfung des mit vergleichsweise geringem Aufwand in eine gießgerechte Konstruktion überarbeiteten Gestaltvorschlags zeigt, dass mit dem Einsatz moderner Optimierungswerkzeuge treffsicher funktional überlegene Konstruktionen generiert werden können. Im vorliegenden Fall wurde gegenüber der bereits optimierten Konstruktion ohne jegliche Gewichtserhöhung eine weitere Reduzierung der maximalen Verformungen um immerhin 30% erreicht (Abb. 6, links unten). Gegenüber der ursprünglichen Kastenverrippung, die weitgehend den gängigen Konstruktionen im Maschinenbau entspricht, beträgt der Vorteil sogar 65 %! Damit darf angenommen werden, dass viele solcher Konstruktionen weit von einer kraftflussgerechten Gestaltung entfernt sind und dass durch unsere neue Vorgehensweise Gussteile mit überlegenen Gebrauchseigenschaften entstehen werden.

Die Abschätzung des für die Entwicklung erforderlichen Gesamtaufwandes weist bei diesem konkreten Beispiel ein Einsparpotenzial bei den Rechner- und Ingenieurstunden von jeweils etwa 70% auf ! Dieses macht deutlich, dass mit dem Einsatz der Topologieoptimierung eine weitere deutliche Reduzierung der Entwicklungszeiten möglich ist. Mittlerweile haben wir in mehreren Entwicklungsprojekten sehr gute Erfahrungen mit dem neuen Werkzeug sammeln können.

3.2 BIOCAST®-Design – Shape- (Form) Optimierung

Doch nicht nur bei der Festlegung kraftflussgerechter Strukturen kann der Konstrukteur aus der Natur lemen. Auch für die Detailverbesserung an einem weitgehend auskonstruierten Bauteil lassen sich in der Biologie Vorbilder finden, um dessen Betriebsfestigkeit erheblich zu steigern oder dessen Gewicht bei gleicher Belastbarkeit deutlich zu senken.

Ohne die seit Jahrmillionen bewährten Optimierungsalgorithmen beim Aufbau von Knochen wäre kein Gepard in der Lage, in Sekundenschnelle auf Tempo Siebzig zu sprinten und so die schnellen Gazellen zu erlegen; sein schwerer Knochenbau würde ihn einfach daran hindem. Eine weitere Art der Formoptimierung in der Natur stellt das Wachstum der Bäume dar. Um beim Wettbewerb um das für die Photosynthese so wichtige Sonnenlicht kein Material in Bodennähe zu vergeuden, wird Zug- oder Druckholz genau dort angelagert, wo die Belastungen über einem bestimmten Grenzwert liegen [12].

Die Übertragung dieser Vorgehensweise in das Metier der Gussteil-Entwicklung ist immer dann sinnvoll, wenn es die Betriebsfestigkeit von Konstruktionen zu steigem gilt, ohne das Bauteilgewicht zu erhöhen, oder aber um Kerbwirkungen, die in komplexen Geometrien praktisch immer vorhanden sind, zu reduzieren. In der Fauna wird sogar Knochensubstanz abgebaut, wenn ein bestimmtes Belastungsniveau nicht mehr erreicht wird. Mit der Nutzung entsprechender Algorithmen in der Gussteilauslegung lassen sich wahre Leichtbaukonstruktionen realisieren.

Ein Beispiel aus **[12]** verdeutlicht, ausgehend von einer nachlässig gestalteten Stütze **(Abb. 7)**, den prinzipiellen Ablauf bei der Formoptimierung. Grün hinterlegt ist die optimierte Kontur, die starke Ähnlichkeit zu der unten rechts abgebildeten Astgabel aufweist.

Wie findet der Computer diese optimale Geometrie? Das Optimierungsprogramm vergleicht die Spannungen an der Bauteiloberfläche mit dem gewünschten Belastungsniveau. Aus der Abweichung zwischen diesen Zahlenwerten werden dann kleinere Verschiebungen der Bauteiloberflächen abgeleitet. Dieser Prozess wird so lange wiederholt, bis eine konstante Oberflächenspannung erreicht ist. Dieses ist bei der grünen Kontur der Fall, wie dem Diagramm zu entnehmen ist. Das Material wird somit im gesamten Bauteil gleichmäßig hoch beansprucht und weist weder hohe Kerbspannungen noch schlecht ausgenutzte, überdimensionierte Bereiche auf.

Die Formoptimierung wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens unter anderem eingesetzt, um für in Gusskonstruktionen häufig benutzte Konstruktionselemente vorgefertigte, robuste Lösungen zu entwickeln.

Dazu wurden gemeinsam mit Partnern von der TU Harburg übliche Rippenstrukturen katalogisiert und diese für typische Lastfälle eingehender betrachtet. Für Kombinationen aus Rippenübergang und Lastfall mit ausgeprägter Kerbwirkung wurden Formoptimierungen durchgeführt. Anschließend unter Einsatz von Software zur Erstarrungssimulation vorgenommene Modifikationen der spannungsoptimierten Konturen führten zu gegenüber Fertigungsimperfektionen sehr robusten Geometrien. Bauteile, die mit diesen hinsichtlich der Herstellbarkeit optimierten Konstruktionselementen versehen sind, werden von Haus aus größere Festigkeit bzw. Steifigkeit mit sich bringen.

Eines dieser vorgefertigten Konstruktionselemente ist das T-Profil, das Bestandteil vieler Gussteile ist, beispielsweise als Übergang zwischen einer Rippe und einer Wand.

Bei Belastung dieses Profils mit einer Querkraft stellt der üblicherweise eingesetzte Innenradius von 10mm eine erhebliche Kerbe dar. Im Verlauf der Oberflächenspannung tritt im Kehlbereich eine deutliche Spannungsüberhöhung auf. Solche Spannungsspitzen sind in hochbelasteten Konstruktionen immer der Ausgangspunkt für Rissausbreitungen.

Mit dem optimierten und hinsichtlich Robustheit verbesserten Rippenübergang lassen sich die Spannungsspitzen an der Bauteiloberfläche vermeiden. Mit nur knapp 7% Materialmehraufwand steigt die Belastbarkeit dieser Rippenverbindung um mehr als 100% (**Abb. 8**). Noch erheblich größer ist der Vorteil gegenüber dem konkurrierenden Fertigungsverfahren Schweißen. Häufig wird die Entscheidung für das Fertigungsverfahren allein auf Basis der Zugfestigkeit oder des E-Moduls getroffen. Wer jedoch die Kerbwirkung außer Acht lässt und von der Freiheit bei der Formgebung gegossener Konstruktionen keinen Gebrauch macht läuft Gefahr, die funktionalen Anforderungen seiner Kunden nicht optimal zu erfüllen.

Fakt ist, dass Schweißnahtübergänge erhebliche Kerbwirkungen verursachen und daher bei der Festigkeitsberechnung mit Imm-Radien zu modellieren sind. Dieses führt zu extrem schädlichen Spannungsspitzen (**Abb. 9**), die auch tatsächlich im Bauteil vorhanden sind. Nicht umsonst werden beispielsweise immer mehr dynamisch belastete Komponenten in Windkraftanlagen von Schweiß- auf Gusskonstruktionen umgestellt.

Wegen der höheren Ansprüche an die benötigten FEM-Modelle kann die Form- oder Shape-Optimierung weniger zur Beschleunigung eines Entwicklungsprojektes, wohl aber zur Gestaltung betriebsfesterer Bauteile beitragen. Dieses verdeutlicht das Beispiel einer Lochplatte unter Zugbelastung (Abb. 10). Es sind verschiedene Maßnahmen denkbar, um die Spannungsspitze (Abb. 10, rechts oben) abzubauen, z.B. das Angießen eines Wulstes unter Beibehaltung des Kreisquerschnitts oder die Variation der Lochkontur bei konstanter Plattendicke. Die Ausbildung einer dieser Ausprägungen kann durch entsprechende Vorgaben und Kopplung von Knotenverschiebungsrichtungen im Preprozessor der Optimierungssoftware gesteuert werden. Bei dem Wulst, der übrigens beidseitig ausgeführt werden muss, um einen nennenswerten Effekt zu erzielen, genügen 10 % zusätzliches Material, um die Spannung um immerhin 28 % abzusenken (Abb. 10, links unten). Bei realen Bauteilen kann dies durchaus über Versagen

oder Nicht-Versagen der Konstruktion im Dauerbetrieb entscheiden. Kann auf die kreisrunde Kontur aber verzichtet werden, gibt es intelligentere Lösungen (**Abb. 10**, rechts unten). Bei konstanter Plattendicke sinken die Spitzenspannungen durch die automatische Modifikation der Lochkontur um 44% – dies bei reduziertem Bauteilgewicht!

3.3 Bedeutung dieser Optimierungswerkzeuge am Beispiel einer Windkraftnabe

Die 4,5 t schwere Rotornabe einer 250kW-Windkraftanlage aus EN-GJS-400-18 (Abb. 11) wurde vor einigen Jahren im Betrieb der Verfasser komplett entwickelt [14]. Da die gesamte Verantwortung für die Prototypenherstellung bei h u. h lag, wurde von allen damals verfügbaren Simulationswerkzeugen - FEM-Berechnung, gießtechnische und Bearbeitungssimulation – Gebrauch gemacht, um sowohl funktionale als auch Produktions-Risiken bereits ab Erstlieferung auszuschalten. Die auf insgesamt 20 Lastfällen (davon 2 Sonderlastfälle) beruhenden Festigkeitsberechnungen wurden vom Germanischen Lloyd geprüft und genehmigt. Mit der damals möglichen Modellgenauigkeit wurden die Spannungen in den Übergängen zu den Blattflanschen sehr konservativ nach dem Nennspannungskonzept ermittelt. Da die Radien - wenn auch nicht ausreichend fein elementiertbereits im Berechnungsmodell enthalten waren, lagen bereits mehr oder weniger genaue Nennspannungen vor. Die verwendete Kerbwirkungszahl $a_k = 3,3$ führte daher zu einer nicht unerheblichen Überdimensionierung des Bauteils, zumal über weitere Sicherheitsund Abminderungsfaktoren für Wanddickeneinflüsse und technologische Kerben die zulässige Spannungsamplitude gegenüber dem Bezugsfestigkeitswert der Wöhlerlinie etwa um den Faktor 2 abzusenken ist [15].

Für den Festigkeitsnachweis waren zwei Bauteilbereiche aufgrund der höheren Spannungsamplituden maßgeblich. Im Bereich des Getriebeflansches konnte die festgestellte Überlastung durch eine einfache Änderung in Form eines eingefügten Innenrings abgestellt werden. Die ovalen Montageöffnungen wurden aufgrund neuer Kundenforderungen erst nach Fertigstellung des Modells in die Konstruktion eingebracht. Die rechnerische Überprüfung ergab einen noch zulässigen Auslastungsgrad von 95 %, so dass keine Gussänderungen erforderlich waren.

Um die Möglichkeiten der automatischen Formoptimierung aufzuzeigen, wurde einer der beiden statischen Sonderlastfälle betrachtet. Prinzipiell könnten aber auch mehrere Lastfälle gleichzeitig berücksichtigt werden.

Im Gegensatz zur Lochplatte, wo z.B. das Ausbilden eines Wulstes über die Vorgabe von Verschiebungsrichtungen gezielt provoziert wurde, wurden in diesem Fall keine geometrischen Restriktionen vorgegeben. Die Formoptimierung lässt die Oberflächenspannungen durch vermeintlich unbedeutende Geometrieänderungen erheblich absinken. Nach 38 Iterationen beträgt die höchste Spannung nur noch etwa die Hälfte des Ausgangswertes (**Abb. 12**).

Diese Verdoppelung der Tragfähigkeit, wird durch gezieltes Auftragen von geringen Materialzugaben bis max. 5 mm bei einer Ausgangswandstärke von 30 mm erreicht, erkennbar an dem verdeckten FEMNetz in der Grafik (**Abb. 12**, rechts unten).

Außerdem wurde die bei der Optimierung verjüngte Montageöffnung leicht aus der Blattachse gedreht (**Abb. 12**, links unten) und wirkt so weniger störend im Kraftfluss zwischen Rotorblatt und Getriebeflansch. Selbst ein genialer Konstrukteur kommt nicht ohne weiteres auf derartige Gestaltungsideen.

Die Ansprüche an das Wissen und die Fertigkeiten des Entwicklers sowie an die Modellierung der Aufgabenstellung sind bei der Formoptimierung deutlich höher als bei der Topologieoptimierung. So sind bei Anwendung dieser Methode nicht unbedingt Zeitvorteile für die Gussteilentwicklung zu erwarten, wohl aber maßgeschneiderte Konstruktionen, die höchsten Anforderungen an Belastbarkeit und Leichtbau gerecht werden.

Mit dem heute im Einsatz befindlichen Werkzeug zur rechnergestützten Optimierung lassen sich mit vertretbarem Aufwand kerbwirkungsarme Bauteilkonturen entwickeln, bei denen eine *Halbierung* der kritischen Spannungsamplituden nicht unrealistisch ist.

Durch angepasste Gieß- und Prüfvorschriften für Herstellung und Nachweis bestmöglicher Gütestufen in den kritischen Bauteilbereichen ist darüber hinaus eine Absenkung der Abminderungsfaktoren um *mehr als* 20% erreichbar.

Insbesondere aus dem Windkraftbereich ist eine starke Nachfrage nach dieser Dienstleistung zu erwarten. Sie wird den Herstellern bei zunehmender Generatorleistung erhebliche Materialeinsparungen, einfachere Montagen und bessere Wirkungsgrade bringen.

4. Schlussfolgerung

Nur die Integration aller in **Abb. 4** aufgeführten Simulations- und Optimierungswerkzeuge in den Entwicklungsprozess führt zum funktions- und kostenoptimalen Gussteil **[16]**.

Literaturverzeichnis

- [1] Maire, E. du: Chancen und Bedingungen für eine partnerschaftliche Zusammenarbeit im Entwicklungsstadium zwischen Gießereien und ihren Abnehmern. Gießerei 82 (1995) Nr. I, S. I–5.
- [2] Maire, E. du: Neue Chancen im neuen Jahrtausend Wertschöpfung auf kreativen Wegen. Gießereien als Entwickler – Erfahrung eines mittelständischen Maschinenbauzulieferers. Gießerei 87 (2000) Nr. 9, S. 27–33.

- [3] Maire, E. du: Gießen und Bearbeiten einbaufertiger Werkzeugmaschinenkomponenten aus einer Hand. Z. konstruieren + gießen 21 (1996) Nr. 4. S. 23–30.
- [4] Heidenreich und Harbeck Gießerei GmbH Mölln: Firmenbroschüre "Qualität aus einem Guss" & Internet-Auftritt www.hh-moelln.de
- [5] Vollrath, K.: Entwicklungshilfe Schlüsselrolle für Zulieferer mit Engineering-Kompetenz. Z. maschine + werkzeug 9/2001.
- **[6]** Vollrath, K.: Tonnenschwere Lasten μ m-genau positioniert. Industrieanzeiger 3/2002, S. 42–43.
- [7] Bauer, C.-U.: Optimierung der Konstruktion von Werkzeugmaschinengestellen mit Hilfe von Finite-Elemente-Berechnungen. TU Hamburg-Harburg, Hrsg. K. Rall.
- [8] Maire, E. du; Helm, B.: Mit Datenvernetzung schnell zu funktions- und kostenoptimierten Gusskonstruktionen. VDI-Berichte Nr. 1173, 1995.
- [9] Helm, B.: Datenvernetzung CAD-FEM-Erstarrungssimulation. Patran Anwenderkonferenz, Dresden, 1995.
- [10] Maire, E. du; Helm, B.: Konstruktionsrallye zum Messeerfolg. Guss-Produkte 2000, Hoppenstedt-Verlag, Darmstadt 2000, S. 231–233.
- [11] Schmidt, Th.: BIOCAST-Design für Gießereibetrieb. Abschlussbericht. Mölln 2002.
- [12] Mattheck, C.: Design in der Natur Der Baum als Lehrmeister. Rombach-Verlag, 1997.
- [13] Nachtigall, W.; Blüchel, K.G.: Bionik Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur. Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart / München, 2000
- [14] Maire, E. du; Helm, B.: Komplettentwicklung der Rotomabe für eine Windkraftanlage – Mit Simultaneous Engineering vom ersten Entwurf bis zum einbaufertigen Bauteil. Z. konstruieren + gießen 23 (1998) Nr. 4, S. 19–25.
- [15] Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen. Germanischer Lloyd, 1999.
- [16] Heidenreich & Harbeck AG: Ein Unternehmen auf neuen Wegen. Firmenbroschüre, 2002.

Numerische Simulation der Temperaturverteilung in einem Stranggießprozess zur Herstellung von AlSn(Cu)-Legierungen

Numerical Simulation of the Temperature Distribution in a Continuous Casting Process for the Production of AlSn(Cu) Alloys



Dipl.-Ing. Mykola Romansky, Absolvent des Montanmaschinenwesens der Montanuniversität Leoben. Seit April 2001 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Österreichischen Gießerei-Institut im Bereich der Numerischen Simulation.

Dr.-Ing. Robert Mergen, Studium Hüttenwesen mit der Diplomstudienrichtung Werkstoffkunde und –technik an der Technischen Universität Clausthal (D). Nach einem Forschungsjahr im CNRS in Caen (F) 1989 Einstieg als Projektleiter bei Glyco-Metall-Werke in Wiesbaden (D); danach Leiter der Grundlagenentwicklung, 1994 Promotion am Gießerei-Institut der RWTH Aachen und Konsulententätigkeit für die Miba Gleitlager, 1995 Übernahme in die F&E-Abteilung der Miba Gleitlager AG als Projektleiter; derzeit Leiter der Business Unit Vormaterial.





Dipl. -Ing. Walter Uitz, Studium der Fachrichtung Werkstoffwissenschaften an der Montanuniversität Leoben. 2002 Einstieg in die Miba Gleitlager AG im Bereich F&E; Projektleiter der Business Unit Vormaterial.

Dipl.-Ing. Dr.techn. Erhard Kaschnitz

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



Abstract

The results of numerical simulations of the temperature distribution in a continuous casting process are presented. In a so-called "belt-caster", a strip of AlSn(Cu) alloy is continuously pulled out of a basin

with the melt. The strip is led between two glass-fibre belts which are in close contact with water-cooled copper plates. The simulation project consisted of several steps: (a) determination of the thermophysical properties of the alloys used in the liquid, in the solidification range, and in the solid range; (b) measurements of the spatial tem-

perature distribution in the strip as a function of the strip velocity by thermocouples; (c) inverse simulation with the results of (a) and (b) in order to determine the heat transfer coefficients between the strip and the surroundings including the glass-fibre belt; (d) direct simulation of the temperature distribution in the continuous casting device with the possible variation of casting parameters.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden Ergebnisse der numerischen Simulation von Temperaturverteilungen in einem Stranggießprozess vorgestellt. In einem sogenannten "Belt-Caster" wird ein Strang von AlSn(Cu)-Legierung kontinuierlich aus einem Gießbehälter abgezogen. Der Strang bewegt sich zwischen zwei Glasfasergurten, die in engem Kontakt zu wassergekühlten Kupferplatten stehen. Das Simulationsprojekt wurde in mehreren Schritten durchgeführt: (a) Bestimmung der thermophysikalischen Eigenschaften der Legierungen im schmelzflüssigen, im Erstarrungsbereich und im festen Zustand; (b) Messung der räumlichen Temperaturverteilung im Strang als Funktion der Abzugsgeschwindigkeit mit Thermoelementen; (c) inverse Simulation mit den Ergebnissen von (a) und (b) zur Bestimmung der Wärmeübergangskoeffizienten zwischen Strang und seiner Umgebung unter Einschluss der Glasfasergurte; (d) direkte Simulation der Temperaturverteilung in der Stranggießanlage mit veränderten Gießparametern.

I. Einleitung

AlSn(Cu)-Legierungen werden in einem Stranggießprozess für bleifreie Hochleistungslager hergestellt. In einem sogenannten "Belt-Caster" wird ein etwa 400 mm breiter und 12 mm dicker Strang von AlSn(Cu)-Legierung aus einem Gießbehälter abgezogen. Der Strang bewegt sich zwischen zwei Glasfasergurten, die in engem Kontakt zu wassergekühlten Kupferplatten stehen. Nach der anfänglichen Erstarrung wird der Strang mit einem Luftgebläse zwangsgekühlt.

Die Kenntnis der Temperaturverteilung und der Abkühlbedingungen während der Erstarrung im Strang ist hilfreich, um Prozessparameter wie z. B. die chemische Zusammensetzung der Legierung ändern zu können. Jedoch sind direkte Temperaturmessungen schwierig, da die Gießanlage gänzlich verschlossen ist und außerdem Gießversuche sehr kostspielig sind. Aus diesen Gründen wurde ein numerisches Modell entwickelt, um die Temperatur- und Geschwindigkeitsverteilung im Strang zu simulieren.

Folgende Schritte waren notwendig, um ein gültiges Modell zu erhalten: (a) Bestimmung der thermophysikalischen Daten der verwendeten Legierungen in der flüssigen Phase, im Erstarrungsintervall und im festen Zustand; (b) Messung der räumlichen Temperaturverteilung im Strang als Funktion seiner Geschwindigkeit mit Thermoelementen; (c) inverse Simulation mit den Ergebnissen von (a) und (b), um den Wärmeübergangskoeffizienten zwischen dem Strang und seiner Umgebung einschließlich des Glasfasergurts zu erhalten. Mit diesen Daten kann die Temperaturverteilung in der Stranggießanlage unter Veränderung der Prozessparameter (Strangdicke, Geschwindigkeit, Legierungszusammensetzung) simuliert werden.

2. Numerische Methode und Geometrie

Zur Modellbildung und Auswahl eines geeigneten Simulationsprogramms wurde die Strangießanlage analysiert. Nur der mittlere Teil des Strangs wird verwendet, die Ränder werden abgeschnitten und verworfen. Durch die hohe Wärmeleitfähigkeit der Aluminiumlegierung ist die Temperaturverteilung über die restliche Strangbreite sehr flach. Daher genügt eine zweidimensionale Beschreibung des Prozesses. Das auf Stranggießprozesse spezialisierte Programm Calcosoft (Calcom, Lausanne, Schweiz) wurde ausgewählt, da es flexibel in der Anwendung und relativ leicht handzuhaben ist. Das Programm verwendet die Finite-Elemente-Methode (FEM), um die Wärme- und die Strömungsgleichungen numerisch zu lösen. Die Software basiert auf einer Enthalpieformulierung mit einem impliziten Gleichungslöser.

Der Wärmetransport und die Konvektion in der flüssigen und erstarrenden Legierung werden durch Koppelung der Navier-Stokes- mit der Wärmeleitungsgleichung berücksichtigt [(Calcosoft User Manual (2002), Vesely (1993), Lewis (2000), Sahm et al. (1999), Boehmer (1997)].

Bild 1 zeigt das Modell der Stranggießanlage. Sie besteht aus einem Schmelzebehälter, der Gießlippe, der Schmelze und dem erstarrenden Strang, den Glasfasergurten, wassergekühlten Kupferplatten und einem Gebläse. Diese Bereiche werden in angemessen kleine Elemente unterteilt, die das Netz für die Berechnungen bilden. Ein Ausschnitt aus dem Bereich der Gießlippe ist in **Bild 2** (siehe nächste Seite) zu sehen.

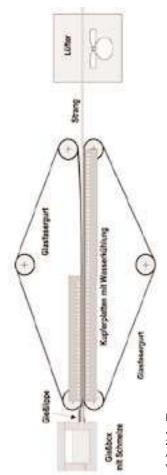


Bild 1: Schema des "Belt-Casters", wie er zur Produktion von AlSn(Cu)-Lagerlegierungen verwendet wird.

3. Thermophysikalische Daten

Die thermophysikalischen Daten der Legierungen AlSn(Cu) mit 6 Gew.-% Sn und 20 Gew.-% Sn wurden bestimmt. Die spezifische Wärmekapazität in der festen und flüssigen Phase sowie die Freisetzung der Erstarrungswärme in Abhängigkeit von der Temperatur wurden mit einem Differenzwärmestromkalorimeter erhalten. Die Messungen wurden mit einer NETZSCH DSC 404 bei einer Aufheiz- bzw. Abkühlrate von 20 K/min durchgeführt. **Bild 3** (Seite 212) zeigt die scheinbare spezifische Wärme von AlSn6(Cu) in Abhängigkeit von der Temperatur. Die Temperaturdifferenz zwischen den Peaks ist ein Messartefakt, der von der Aufheiz- bzw. Abkühlrate abhängig ist, und wird durch die thermische Trägheit zwischen der Probe und der Probenhalterung beim Schmelzen und Erstarren verursacht [Taylor et al. (1998)]. Ein genaueres Verständnis der Erstarrung wurde durch Messung von Abkühlkurven der betrachteten Legierungen erhalten. Proben wurden in kunstharzgebundene Sandtiegel mit einem Volumen von etwa 50 cm⁻³ gegossen, in deren Mitte ein Einwegthermoelement eingebaut ist (Hereaus Electro-Nite). Ein Beispiel für eine Abkühlkurve und ihre Ableitung ist in Bild 4 (Seite 212) gezeigt. Mit diesen Ergebnissen wurde eine Funktion für den Festanteil in der Schmelze im Erstarrungsintervall für jede Legierung angenähert.

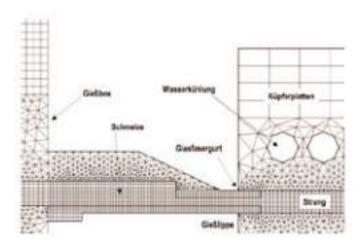


Bild 2: Teil des vernetzten Gebiets in der Umgebung der Gießlippe.

Die Wärmeleitfähigkeit in der festen Phase wurde mit einem stationären komparativen Verfahren gemessen (Holometrix TCFCM). Im Schmelzbereich wurde der elektrische Widerstand mit einem Pulsheizsystem gemessen, und daraus die Wärmeleitfähigkeit mit dem Wiedemann-Franz-Gesetz berechnet [Klemens and Williams (1986)]. Die Dichte bei Raumtemperatur wurde durch Wiegen in Luft und unter Wasser bestimmt (Sartorius AC210S). Die thermische Ausdehnung bei erhöhter Temperatur wurde mit einem Schubstangendilatometer gemessen (NETZSCH 402E). Zusätzlich wurden theoretische Berechnungen von thermophysikalischen Eigenschaften angestellt (z. B. Dichte in der Schmelze), und Größen von geringem Einfluss wurden abgeschätzt (z. B. Viskosität).

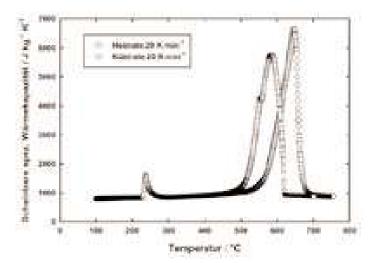


Bild 3: Scheinbare spezifische Wärmekapazität als Funktion der Temperatur beim Aufheizen und Abkühlen einer AlSn40(Cu)-Legierung.

4.Temperaturmessungen

Der nächste Schritt war die Messung der Temperaturverteilung im erstarrenden Strang und in der Abkühlphase. Dazu wurde ein angepasster Gießbehälter mit Nuten zur Aufnahme von Thermoelementen, die direkt in den Strang eingeführt werden, gefertigt. Inconel ummantelte Typ K-Thermoelemente mit einem Aussendurchmesser von 1.5 mm und einer Länge von einigen Metem wurden eingesetzt. Die Thermoelemente wurden von einer elektrisch angetriebenen Vorschubeinrichtung bewegt, die Position der Thermoelemente wurde mit einem Drehwinkelgeber erfasst. Zusätzlich hatten die Thermoelemente Markierungen ähnlich einem Lineal. Das Verschwinden der Thermoelemente im Strang sowie die zugehörige Zeit wurde mit einer digitalen Videokamera aufgezeichnet. Die Thermospannung wurde mit einem Multifunktionsdatenrekorder aufgezeichnet und mit

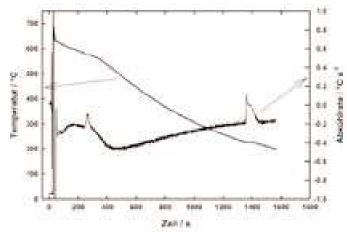


Bild 4: Temperatur und Abkühlrate von erstarrender AlSn20(Cu)-Legierung als Funktion der Zeit, gemessen mit einem Thermoelement im Zentrum eines kunstharzgebundenen Sandtiegels.

dem Drehwinkelgeber und der Videokamera synchronisiert. Fünfzehn erfolgreiche Messdurchläufe zur Messung der räumlichen Temperaturverteilung wurden mit unterschiedlichen Stranggeschwindigkeiten an zwei Legierungen erhalten.

5. Inverse Simulation

Die gemessenen Daten wurden zur inversen Simulation verwendet, um den Wärmeübergangskoeffizienten zwischen dem Strang und seiner Umgebung zu bestimmen. Diese Methode minimiert die Abweichung zwischen gemessener und simulierter Temperatur, in dem der lokale Wärmeübergangskoeffizient variiert wird [Beck (1969)]. Aus diesen Simulationen konnte das Verhalten des Wärmeübergangskoeffizienten als Funktion der Temperatur in den verschiedenen Bereichen des "Belt-Casters" abgeleitet werden. **Bild 5** zeigt ein Beispiel des Verlaufs des erhaltenen Wärmeübergangskoeffizienten in Abhängigkeit von der Temperatur.

6. Ergebnisse

Die erarbeiteten thermophysikalischen Daten der Legierungen und der umgebenden Werkstoffe sowie die Wärmeübergangskoeffizienten wurden im numerischen Modell dazu verwendet, das Abkühlverhalten des Strangs unter Variation von Stranggeschwindigkeit, Strangdicke und Legierungszusammensetzung nachzuvollziehen. Aus diesen Simulationen kann ein optimales Prozessfenster für die Stranggießanlage abgeleitet werden.

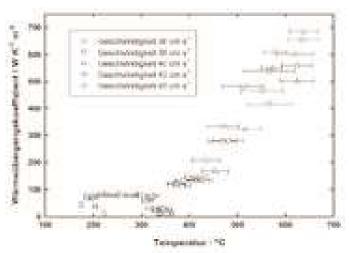


Bild 5: Wärmeübergangskoeffizient als Funktion der Temperatur für mehrere Stranggeschwindigkeiten und Bereiche des "Belt-Casters".

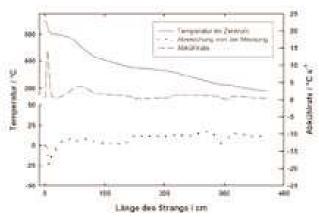


Bild 6: Simulierte Temperaturverteilung im Zentrum des Strangs, die Abweichung von den gemessenen Werten und die Abkühlrate.

Bild 6 zeigt ein Beispiel einer mit einem generalisierten, komplexen Modell simulierten Temperaturverteilung in der Mitte des Strangs, die Abweichung von den gemessenen Temperaturwerten, sowie die Abkühlrate. Die Abweichung kommt einerseits von den Grenzen des theoretischen Modells und anderseits von der Prozessstreuung; beides ist in der Größenordnung von etwa 20°C.

Die Simulation zeigt, dass die Stranggeschwindigkeit ein Parameter mit eher wenig Einfluss auf die Abkühlrate knapp nach der Primärerstarrung ist. In diesem Temperaturbereich finden – abhängig von der Abkühlrate – Gefügeveränderungen wie Ausscheidungen oder Ver-

gröberungen statt. Die Simulation zeigt auch, dass eine wirkungsvollere Methode zur Beeinflussung des Gefüges die Änderung der Strangdicke ist.

7. Schlussfolgerungen

Es kann gesagt werden, dass die numerische Simulation in der Lage ist, das Abkühlungsverhalten von AlSn(Cu)-Legierungen in einem Belt-Caster, einer speziellen Stranggießanlage, vorherzusagen. Aus thermophysikalischen Messungen im Labor und einigen wenigen, sehr kostspieligen Messungen vor Ort war es möglich, ein gültiges numerisches Modell zu bilden, das den Belt-Casting-Prozess beschreibt.

Literaturhinweise

Beck J V, 1969 Int. J. Heat Transfer 12 (621-633)

Boehmer J R, 1997 Methodik computergestützter Prozessmodellierung (München: Oldenburg)

Calcosoft 2002 Calcosoft-2D Standard User Manual (Lausanne: CalcomSA) Klemens P G, Williams R K, 1986 Int. Met. Rev. 31 (197–215)

Lewis R W, Ravindran K, 2000 Int. J. Numer. Meth. Engng. 47 (29–59)

Sahm P R, Egry I, Volkmann T, 1999 Schmelze, Erstarrung, Grenzflächen (Braunschweig: Vieweg) pp 8-53

Taylor R E, Groot H, Goerz T, Ferrier J, Taylor D L, 1998 High-Temp.-High Press. 30 (269–275)

Vesely F J, 1993 Computational Physics (New York: Plenum Press) pp 229–246

Bleiben Sie am Ball mit einem Abonnement der Giesserei-Rundschau



GEORG FISCHER FITTINGS GmbH

Temperguss-Fittings mit dem doppelten Plus

Mariazeller Straße 75, A-3160 Traisen
Tel.: 02762 / 90300 - 0, Fax: 02762 / 90300 - 390
E-Mail: office@fittings.at, http://ww.fittings.at

GEORG FISCHER +GF+





Mitteilungen der WFO World Foundrymen Organization

65. Gießerei – Weltkongress mit Technischem Forum und Ausstellung

20./24.10.2002 in Gyeongju, Korea



Der umfangreiche Kongressband.

Der von der Korean Foundrymen's Society in vorbildlicher Weise in Gyeongiu, einer der ältesten Städte der koreanischen Halbinsel – die Stadt war 1000 Jahre lang Hauptstadt der mächtigen Shilla-Dynastie - organisierte 65. Gießerei-Weltkongress unter dem Motto "Gießerei-Innovationen für das 21. lahrhundert" brachte weit über 600 Gießereifachleute zu einem intensiven Erfahrungsaustausch zusammen. Die Teilnehmer und ihre Begleitpersonen kamen aus 33 Ländern weltweit und fanden ein umfangreiches und qualitativ hochwertiges Vortragsangebot vor. Es war dies der erste Gießerei-Weltkongress mit Englisch als einziger Kongresssprache.

Der österreichische Beitrag war ein Keynote-Vortrag in der Sparte "Stahl" zum Thema "Innovation of Materials in Steel Castings for Power Plants" von A. Buberl, W. Giselbrecht (Vortragender), R Hanus und G. Ibinger, voestalpine Gießerei Linz GmbH.

Alle 56 Vorträge und 69 Posterpräsentationen des Kongresses sind in einem DIN A 4 Tagungsband mit 1167 Seiten zusammengefasst. Die Titel aller Präsentationen wurden bereits in Heft 5/6 der Gießerei-Rundschau 49(2002) auf den Seiten 88 bis 90 bekannt-



Dr. W. Giselbrecht präsentiert den österreichischen Beitrag.



Prof.emerit. Dr. Hyung Yong Ra, Vorsitzender des Organisationskommittees, heißt die Kongressteilnehmer willkommen.

gegeben. Kopien einzelner Beiträge (in englischer Sprache) können vom Österreichischen Gießerei-Institut in Leoben gegen Kostenersatz (Tel.: +43 (0)3842 43101-0, Fax: -1) bezogen werden.

Im Anschluss an den Kongress wurde interessierten Teilnehmern ein umfangreiches Werksbesichtigungsprogramm geboten.

Im Rahmen der Veranstaltung fanden auch eine Vorstandssitzung und am 22. 10. 2002 die Generalversammlung der WFO statt. Österreich ist im WFO-Vorstand durch Dipl.-Ing. Alfred Buberl vertreten, als Delegierte in der Generalversammlung nahmen Dipl.-Ing. E. Nechtelberger und Dipl.-Ing. Dr. W. Giselbrecht teil.

Die WFO umfasst derzeit 33 Mitglieder, wobei Mexiko als neues Mitglied eingetreten ist.

9 Mitgliedschaften sind wegen Beitragsrückständen derzeit suspendiert.

Der von der Price Waterhouse Coopers AG vorgelegte Bilanzprüfungsbericht für 2001 und die Budgetansätze für 2002 und 2003 wurden zur Kenntnis genommen.

Die Gießerei-Weltkongresse und Technischen Foren für die nächs-

ten Jahre wurden wie folgt festgelegt:

2003 Technisches Forum mit GIFA in Düsseldorf

2004 66. Gießerei-Weltkongress in Istanbul/ Türkei

2005 Technisches Forum mit Gießerei-Ausstellung in USA 2006 67. Gießerei-Weltkongress in Großbritannien

2007 Technisches Forum mit GIFA in Düsseldorf

2008 68. Gießerei-Weltkongress in Indien

2009 Technisches Forum in Tschechien

2010 Anwärter: China bzw. Mexiko

Als neuer WFO-Präsident für 2003 wurde Michael Clifford, UK, als Vizepräsident Alfred Buberl, A, gewählt. Prof. Dr. Josef Suchy, PL, wurde als Schatzmeister bestätigt. Neue Past-Präsidenten sind Conner Warren, USA, Juan Jo Leceta, E, und Leonid Koslov, RUS. Dr. Milan Horacek, CZ, wurde in den WFO-Vorstand aufgenommen.

Der WFO – Vorstand umfasst nunmehr, zusätzlich zum oben genannten Präsidium, noch folgende Repräsentanten:

Dr. P.N. BHAGWATI, Indien, Dr. M. HORACEK, CZ, Prof. Zin-Hyoung LEE, Korea,



Koreanische Folklore zur Begrüßung.



WFO-Generalversammlung

Oben: Mitglieder des Exekutivkommittees (v.l.n.r.) G. Sun/China, A. Buberl/A., P.N. Bhagwati/Indien, J.J. Leceta/E, P.R. Roland/N. Unten: Österreichs Delegierte E. Nechtelberger und E. Giselbrecht. Prof. Keisaku OGI, J, Mr. Salvador Macias RANGEL (Mexiko), Mr. Per Rolf ROLAND, N, Prof. Guoxiong SUN, China, und Dr.-Ing. Gotthard WOLF, D.

Die nächste Vorstandssitzung der WFO ist für Februar 2003 in London geplant, die nächste Generalversammlung wird anlässlich des Technischen Forums/GIFA am 17. Juni 2003 in Düsseldorf stattfinden.

WFO - Environmental Award 2002 - die Umweltschutz-Auszeichnung

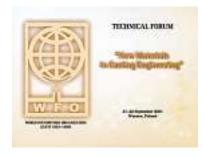
Die WFO-Kommission 4 "Umweltschutz in der Gießereiindustrie", geleitet von Herrn Dr. H.-P. Graf, CH, hatte im November 2001 den WFO-Umweltschutzpreis 2002 ausgeschrieben und die Mitgliedsorganisationen aufgefordert, ihre Gießereien zur Einreichung einzuladen. Der Preis sollte für herausragende Umweltschutzmaßnahmen einer ganzen Gießerei bzw. eines ökologisch höchsterfolgreichen Projektes vergeben werden, wobei die nachgewiesenen Maßnahmen nicht älter als 5 Jahre sein sollten. Vorgesehen waren ein erster Preis (eine Statue, ein Zertifikat und eine Freikarte zur Kongressteilnahme (max. US \$ 3.000,-) mit Präsentationsmöglichkeit des ausgezeichneten Projektes), sowie drei zweite Preise (Statue, Zertifikat und Präsentationseinladung).

Die aus 8 Ländern eingereichten 13 Projekte waren insgesamt von hoher Qualität, sodass die Jury einen 1. Preis (Volvo Powertrain, Gießerei Skövde, S), vier 2. Preise (Fundiciones del Estanda,SA, Spanien; Döktas A.S., Türkei; Neenah Foundry Comp., USA; Georg Fischer GmbH & Co KG,D) und 8 "Laudationes" vergab. Die Preisverleihung erfolgte im Rahmen der Schlussfeier des Kongresses am 23. 10. 2002.



Eine WFO-Lautatio zum Environmental Award 2002 erhielt das Eisenwerk Sulzau-Werfen für sein Projekt "Schrittweise zur abfallfreien Walzengießerei!"

CD-ROM WFO-Technisches Forum Warschau 2001 verfügbar



Eine CD-ROM mit allen Vorträgen und Posterpräsentationen des Technischen Forums Warschau, 21./22. September 2001, zum Thema "New Materials in Casting Engineering" ist nun erhältlich. Die CD-ROM enthält die folgenden ausführlichen Beiträge (in Englisch):

Gegossene Composite und neue Werkstoffe – Erstarrung, Gefügeausbildung, Eigenschaften, Anwendung und neuere Entwicklungen.

Von Dr. Rajiv Asthana, Universität Wisconsin-Stout, USA, Dr. Natalia Sobczak und Prof. Dr. Jerzy Sobczak, Vortragender, Gießereiforschungsinstitut Krakau.

Zwischenstufenbehandlung von Eisenlegierungen.

Von Prof. Dr. Jiri Svejcar, Universität Brünn

Neue und moderne Formstoffe für die Form- und Kernherstellung zur Gussproduktion.

Von Dr.-Ing. Alexander Schrey, Institut für Gießereitechnik, Düsseldorf, Prof. Dr.-Ing. Werner Tilch, TU-Bergakademie Freiberg und Dipl.-Geol. Horst Wolff, Vortragender, VDG Düsseldorf.

Computersimulation der Mikrostruktur von Gusslegierungen an Beispielen von Mg-Si-Al- und Superlegierungen.

Von Dr. A. Jacot, Vortragender und M. Rappaz, Laboratorium für physikalische Metallurgie der Ecole Polytechnique, Lausanne.

Moderne Metallographie – Quantitative Beschreibung der Mikrostruktur von eutektischen Al-Si-Legierungen im Hinblick auf deren mechanische Eigenschaften.

Von Prof. Dr. K. J. Kurzydlowski und Dr. W. L. Spychalski, Universität Warschau.

Die CD-ROM kann zum Preis von US \$ 10,- bestellt werden bei: Stowarzyszenie Techniczene Odlewnikow Polskich, Tel.: +48 (12) 422 65 49, Fax: +48 (12) 411 42 11.



International Foundry Forum 2002 Berlin

Ein weltweites Treffen der Führungskräfte aus dem Gießereiwesen

Ca. 190 Teilnehmer aus der "Gießereiwelt" trafen sich am 10./11. Oktober im Haus der Deutschen Wirtschaft in Berlin zu einem Dialog über wesentliche Markt- und Geschäftstrends der Branche. Die Teilnehmerschaft bestand aus Unternehmerpersönlichkeiten aus 21 Ländern, die zum einen die wesentlichsten Gussanwenderindustrien re-

Mitteilung des CAEF Committee of Associations of European Foundries

präsentierten (Automobilindustrie, Maschinenbau, Transportwesen, Energietechnik, Luftfahrtindustrie etc.), sowie des weiteren aus den führenden Repräsentanten der Gießerei-Industrie sowie des Gießereimaschinenbaus bestand. Ziel der zweitägigen Konferenz, zu der nur eine ausgewählte Zahl hochrangiger Branchenvertreter eingeladen war, war es, die Perspektiven des Gusseinsatzes zu erörtem und die Anforderungen an Struktur und Performance der Gießereien und Gießereimaschinenbauer kritisch zu beleuchten.

Veranstalter des Forums, das vom BDI-Hauptgeschäftsführer Herm Dr. von Wartenberg eröffnet wurde, waren CAEF (The European Foundry Association) und CEMA-FON (The European Foundry Equipment Suppliers Association).

Dr. Kawlath , Präsident von CAEF, fasste den großen Erfolg des Forums wie folgt zusammen: "Das International Foundry Forum hat eine neue Ära der Partnerschaft zwischen den Gusskunden, den Gießereien und den Gießereiausrüstungsunternehmen eröffnet. Es hat sich zu einem "Summit" der führenden

CEOs der Branchen entwickelt, um Grundsätze für ein zukünftig erfolgreiches Management im Gießereiwesen zu diskutieren."

Gabriele Galante. Präsident von CEMAFON. kommentierte: "Das Forum kann sicherlich als Erfolg hinsichtlich der fundamentalen Ziele, die es erreichen wollte gewertet werden, nämlich:

- wertvolle Marktinformationen zu liefern,
- ein Gefühl der Zusammengehörigkeit unter den wesentlichen Branchenmitgliedern des Gießereisektors zu entwickeln und

• ein Bewusstsein für die gemeinsamen Ziele von Gussendverbrauchern, Gießereien und Gießereimaschinenbauern zu erzeugen."

Die Generalsekretäre beider Veranstalter, Dr. Urbat (CAEF) und Dr. Habig (CEMA-FON) stellten fest, dass sich das International Foundry Forum als die Nummer-Eins-Veranstaltung für Führungskräfte der Gießereiwelt etabliert hat.

Eine CD mit den Präsentationen der über 20 Redner wird demnächst verfügbar sein bei:

nach Schweden und in das industrialisierte

England, hinter sich. Dabei hatte er sich ein

internationales Beziehungsnetz zu wichtigen

Persönlichkeiten seiner Zeit, wie z. B. Michael

Faraday, dem Dampfmaschinenkonstrukteur

lames Watt und seinen Söhnen, sowie auch

zu Erzherzog Johann von Österreich und

v.a.m. aufgebaut, das er später intensiv zu

CAEF – The European Foundry Association Tel.: **+49 (0)211 68 71-217,** Fax: **-205** E-Mail: info@caef-eurofoundry.org

CEMAFON - European Foundry Equipment Suppliers Association

Tel.: +40 (0)69 66 03-1278, Fax: -2278 E-Mail: cemafon@vdma.org

Bitte wenden Sie sich für weitere Rückfragen an:

Dr. Klaus Urbat, Tel.: +49 (0)211 6871-215



Aus den Betrieben

200 Jahre Georg Fischer - 200 Jahre innovative Gießereitechnik

Der international tätige Industriekonzern Georg Fischer, heute ein führender Entwicklungspartner und Systemanbieter für industrielle Anwendungen, feiert in diesem Jahr sein 200-jähriges Bestehen. Unter dem Motto "Wir formen die Zukunft" haben rd. 160 Konzerngesellschaften in aller Welt den Kontakt mit den Partnern des Unternehmens gepflegt. Der zentrale Festakt mit prominenten Gästen aus der ganzen Welt fand am 4. Juni 2002 in Schaffhausen/CH, dem Gründungsort und auch dem heutigen Konzernsitz statt.

nutzen verstand.

Stahlformguss und Temperguss - zwei epochale Erfindungen

1805 gelang J.C. Fischer mit der Herstellung von Gussstahl eine epochale Erfindung, mit der er das Monopol des englischen Huntsman-Stahles brechen konnte. Damit war es nun möglich, im Gegensatz zum gehämmerten Tiegelstahl, dünnwandige Bauteile, wie sie der Maschinenbau benötigte, sehr genau zu gießen. Mit der Spezialisierung auf Stahlform- und später Temperguss schuf Fischer damit die Grundlage für das spätere Wachstum zu einem weltweit tätigen Konzern. In den Folgejahren erfand J.C. Fischer, der alle seine Erfindungen mangels eines Schweizer Patentgesetzes nach dem "Österreichischen Privilegiengesetz" in Österreich patentieren ließ, zahlreiche andere Legierungen, darunter auch 1828 den "schmied- und schweiß-

J.C. Fischer und sein Sohn Georg Fischer I (1804-1888) gründeten 1833 im aufstrebenden Österreich zwei Stahlwerke: Hainfeld an der Gölsen und "Die Fischer'sche Weicheisen- und Stahl-Gießerei-Gesellschaft" in Traisen. Die Geschäftsführung der schon 1827 in Hainfeld gekauften "Gussstahl- und Feilenfabrik" übernahm Georg Fischer I. Sein Bruder Berthold Fischer (1807-1879), der fünfte Sohn von J.C. Fischer, erhielt die Leitung des Werkes Traisen, wo heute die Produktion von Georg-

baren Weichguss" – den Temperguss.

Fischer-Tempergussfittings konzentriert ist, nachdem der Konzern das 1894 verkaufte Werk im Jahr 1990 wieder zurückerworben

Bei J.C. Fischers Tod 1854 waren dessen Schaffhauser Betriebe zu Kleinstbetrieben geschrumpft. Erst seinem Enkel, Georg Fischer II (1834-1887) gelang es 1864, aus dem Handwerksbetrieb ein Industrieunternehmen zu formen und die von seinem Großvater gemachten Erfindungen auch industriell zu nutzen. Das nötige Kapital und Wissen floss aus den beiden Betrieben in Österreich.

Als erstes Unternehmen in Europa produzierte Georg Fischer ab 1864 Tempergussfittings (gegossene Rohrleitungsteile) - mit Temperguss-Know-how aus Traisen – und legte damit die Basis für die heutige Unternehmensgruppe Rohrleitungssysteme.

Die von J.C. Fischer 1845 erfundene Stahlformgussproduktion wurde erst 1877 – also 32 Jahre später – von Georg Fischer II industriell aufgenommen und in der Folge kontinuierlich weiterentwickelt.

Nach dem Tod seines Vaters 1887 übernahm Georg Fischer III (1864–1925) die Leitung des Unternehmens und gründete 1895 zur Umgehung der hohen deutschen Zölle im benachbarten deutschen Singen am Hohentwiel eine Fittingsfabrik als Zweigniederlassung des Schaffhauser Hauptwerkes. Deutschland, der große Nachbar im Norden, entwickelte sich im ausgehenden 19. Jahrhundert zu einer der führenden europäischen Industienationen und war lange Zeit Fischers einziger Auslandsmarkt.

Historischer Rückblick



Firmengründer Johann Conrad Fischer

Am 3. Juni 1802 legte ein innovativer Tüftler, Johann Conrad Fischer (1773-1854), der Sohn eines angesehenen Schaffhauser Kupferschmiedes, mit der Eröffnung einer Gie-Berei für Feuerspritzen und Glocken im Mühlental in Schaffhausen den Grundstein für den heutigen Weltkonzern. Als 29-Jähriger hatte er zu diesem Zeitpunkt schon ausgedehnte Lehr- und Wanderjahre, u.a.

Wandel zur Aktiengesellschaft

Der steigende Kapitalbedarf veranlasste Georg Fischer III 1896 zur Gründung der "Aktiengesellschaft der Eisen- und Stahlwerke von Georg Fischer" mit einem Aktienkapital von damals 3 Mio. CHF. Schon sechs Jahre später musste Georg Fischer III wegen finanzieller Schwierigkeiten aus dem Unternehmen ausscheiden. Er wurde 1902 durch Ernst Homberger (1869–1955) abgelöst, der die Gesellschaft als Generaldirektor mit unternehmerischem Weitblick 50 Jahre führte und prägte.



Foto: Eric Bührer

CEO Martin Huber führt den Georg Fischer Konzern seit 1992. In seiner Hand der Temperguss-Kreuz-Fitting, der seit 1904 das Markenzeichen **+GF+** des Konzerns ist.

Ende 1903 wurde das neue Markenzeichen **+GF+** erstmals amtlich eingetragen und ab 1904 verwendet. Die beiden Kreuze symbolisieren stilisierte Fittings.

Vom Ausbruch des ersten Weltkrieges war die Aktiengesellschaft, wie alle exportorientierten Unternehmen, hart betroffen und es kam zu Absatzeinbrüchen. Die Rüstungsproduktion sorgte jedoch bald für Ausgleich und insbesondere das Geschäft mit Automobilguss erlebte einen beachtlichen Aufschwung. Um die Lebensmittelversorgung seiner Schaffhauser Mitarbeiter sicherzustellen, übernahm Georg Fischer 1918 den Gutsbetrieb und das ehemalige Klarissenkloster Paradies in der Nähe von Schaffhausen. Seit 1974 dient dieses Kleinod dem Georg-Fischer-Konzern als Tagungs- und Ausbildungszentrum und beherbergt auch die weltweit einzigartige Eisenbibliothek.

Neue Materialien – neue Fertigungsverfahren

Der Aufschwung nach dem ersten Weltkrieg veranlasste die Geschäftsleitung der Georg Fischer AG auch nach weiteren lukrativen Geschäftsfeldern Ausschau zu halten.

Mit dem Erwerb der Aktienmehrheit an der Maschinenfabrik Rauschenbach in Schaffhausen, einem Hersteller von Landwirtschafts-, Müllerei- und Holzbearbeitungsmachinen stieß Georg Fischer 1921 in den Bereich des Maschinenbaues und des Graugusses vor. Der Beginn der Produktion von Textilapparaten für die Automatisierung von Webstühlen (1926) und die Aufnahme der Serienproduktion von Drehmaschinen (1938) markieren die Anfänge der Unternehmensgruppe Fertigungstechnik.

Ungeachtet dieser neuen Aktivitäten verlor die Gesellschaft das Gießereigeschäft als ihre Kemkompetenz nie aus den Augen. Mitte der zwanziger Jahre wurde eine Stahlgießerei errichtet und mit der Massenfabrikation von Automobilguss begonnen. Das Fittingswerk in Singen wurde modernisiert und 1928 die Gießerei Wagner & Englert GmbH in Mettmann/D erworben.

Weltwirtschaftskrise und wirtschaftliche Erholung

Hatte Georg Fischer im Jahre 1930 noch rd. 6500 Beschäftigte, so reduzierte die Weltwirtschaftskrise das Unternehmen auf rd. 3500 Mitarbeiter in drei Jahren. Dank technischer Innovationen und modernisierter Produktionsverfahren konnte dieser Absturz schon bald beendet und 1935 mit der Serienfertigung des Trilex-Rades, einer Eigenentwicklung eines neuen Lastwagen-Rades, begonnen werden, was der Fahrzeugtechnik einen enormen Aufschwung brachte.

Mit dem Ausbruch des zweiten Weltkrieges geriet das Schweizer Unternehmen erneut unter Druck, waren doch drei seiner Zweigbetriebe mit Standorten in Deutschland und England in Ländern, die sich nun im Kriegszustand befanden. Während die Gussproduktion starke Einbrüche erlitt, war der Maschinenbau weiterhin gut beschäftigt.

Nach dem Kriegsende löste der Bedarf des Wiederaufbaues Europas in der Schweiz eine Hochkonjunktur aus, wobei vor allem das Stahlgussgeschäft florierte. Auch die Betriebe im Ausland konnten ihre Beschäftigung wieder aufnahmen.

Bei der Herstellung von Fittings, einem der traditionsreichsten Geschäftszweige des Unternehmens, fiel Anfang der fünfziger Jahre eine weitsichtige Entscheidung: die Einführung von Kunststoff im Rohrleitungsbau.

1957 wird in Singen/D die erste Produktionsstätte für Kunststofffittings aus PVC und PE eingeweiht. Dieser zur damaligen Zeit sehr mutige und innovative Schritt brachte Georg Fischer seine heutige führende Stellung im Bereich Kunststoff-Rohrleitungssysteme, mit weltweiten Fertigungsstätten in Arabien, Großbritannien, Israel, Italien, Japan, Polen, Singapur und USA.

1972 erwirbt Georg Fischer auf dem Gebiet des Anlagenbaues die Fa. Waeschle in Ravensburg/D, die Weltmarktführerin für Fördersysteme von rieselfähigen Stoffen. 1979 folgt die Übernahme der Buss AG in Basel/CH, dem Spezialisten für die chemische Verfahrens- sowie die Misch- und Knettechnik.

Mit dem Kauf der Charmilles Technologies in Genf/CH steigt Georg Fischer 1983 in die zukunftsträchtige Elektroerosionstechnologie ein und wird nach dem Erwerb der Agie SA in Losone/CH 1996 und Gründung der Agie Chamilles Gruppe zum heutigen Weltmarktführer im Bereich Elektroerosionsmaschinen.

Stahlguss auf dem Rückzug

Auch in den Stahlguss war zwischen 1954 und 1964 mit dem Ausbau der Gießerei im Mühlental kräftig investiert worden. Trotz Weltruf des Unternehmens führte eine kontinuierliche Verschlechterung des Preis-Leistungs-Verhältnisses zu einem drastischen Rückgang der Stahlgussaufträge, sodass sich Georg Fischer nach 114 Jahren Stahlformguss 1991 aus diesem nicht mehr lukrativen Geschäftsbereich zurückzog.

Im Gießereianlagenbau wurde 1992 mit Maschinen und Aggregaten auf Lizenzbasis begonnen, es folgte die Entwicklung von vollautomatischen Form- und Gießanlagen (System Bührer) und die Aufnahme der Produktion eigener Strahlmaschinen. Nach einem vierjährigen Joint-Venture mit dem dänischen DISA-Konzem (vertikale Formmaschinen) und einer Übernahme des Georg Fischer-Anteils durch DISA endete im Jahre 2000 das Georg Fischer Engagement im Gießereianlagenbau.

Kerngeschäft Fahrzeugtechnik

Die Fahrzeugtechnik entwickelte sich nach dem Zweiten Weltkrieg infolge der Massenmotorisierung zur gegenwärtig größten Sparte des Konzerns.

Insbesondere zwischen 1970 und 1987 erlebte der Automobilguss einen fulminanten Aufschwung.

1971 wird das vom späteren Konzemleitungsmitglied Anton Alt (1936–1994) entwickelte Magnesium-Konverter-Verfahren patentiert. Das Verfahren ermöglicht die prozesssichere, industrielle Herstellung von hochbeanspruchbarem Gusseisen mit Kugelgrafit. Es bildet die Grundlage für die Großserienfertigung von Sphärogusskomponenten, heute eine Haupttätigkeit der Unternehmensgruppe Fahrzeugtechnik.

Unter dem Druck der wachsenden Umweltproblematik führt die Forderung der Automobilindustrie nach Gewichtseinsparung im Hinblick auf die Realisierung geringerer Fahrzeuggewichte und erhöhter Treibstoffwirkungsgrade sowie geringeren Emissionen zur Entwicklungsrichtung Leichtbauweise. Dem Werkstoff Leichtmetall wird damit ein hoher Stellenwert eingeräumt.

Georg Fischer trug als bedeutender Gusszulieferer zur Automobilindustrie dieser Entwicklung Rechnung und beteiligte sich schon 1972 an der GEGE Gebr. Grundmann in Herzogenburg, deren Leichtmetallgießerei durch Verlegung der Schaffhauser Kokillenund Druckgießerei an den Standort Herzogenburg im Jahr 1972 rasch zu einer leistungsfähigen Kundengießerei ausgebaut und in den Folgejahren weiter vergrößert wurde. Der vor allem von Seiten der Fahrzeugindus-

trie rasch steigende Bedarf an Komponenten aus Aluminium und Magnesium veranlasste Georg Fischer zu einer gewaltigen Ausweitungskampagne in Richtung zukunftsträchtiges Leichtmetall.

1998 wurden die mb-Guss Metallbearbeitung Friedrichshafen/D und 1999 die Mössner-Gruppe in München/D erworben, womit auch die Mössner Produktionsstandorte in Österreich, das Steirische Druckgusswerk Ges.m.b.H. Altenmarkt und die Austria Druckguss Ges.m.b.H. Gleisdorf zu Georg Fischer kamen.

Damit konnte die Unternehmensgruppe Fahrzeugtechnik, die heute führende Anbieterin von Automobilgussteilen in Europa, ihre Kapazität im Bereich Leichtmetall vervierfachen.

Die Unternehmensgruppe Anlagenbau wurde im Jahre 2000 durch Akquisition der Fa. Werner & Pfleiderer und Zusammenschluss mit Buss und Waeschle unter dem Namen Coperion zum Weltmarktführer in der Kunststoffaufbereitung.

Georg Fischer heute

Der Georg Fischer-Konzern Um umfasst heute vier	satzanteil 2001
Unternehmensgruppen:	
Georg Fischer Fahrzeugtechnik	34 %
Georg Fischer Rohrleitungssysteme	21 %
Georg Fischer Fertigungstechnik	
(Agie Charmilles)	30 %
Georg Fischer Anlagenbau (Coperion)) 15 %

15.000 Beschäftigte erwirtschafteten 2001 in über 160 weitgehend selbständig tätigen Konzemgesellschaften in über 100 Staaten einen Gesamtumsatz von rd. 2,75 Mrd. €.

Der Mehrheitsanteil an der Georg Fischer Anlagenbau (Coperion) wurde mit Beginn des 4. Quartals 2002 abgegeben. Dies entspricht der Strategie von Georg Fischer, sich auf die anderen drei Kerngeschäfte zu konzentrieren.

Um gemeinsam nachzudenken, wo der Georg Fischer-Konzern heute steht und wie es zu dieser eindrucksvollen Entwicklung kam, wollte das Unternehmen das Jubiläum dazu nützen, insbesondere seinen Mitarbeitern, aber auch Partnern und Freunden und nicht zuletzt seinen Aktionären die Kultur und die Werte des Unternehmens näher zu bringen, weshalb die Jubiläumsfeierlichkeiten auf der ganzen Welt von Mitte März bis Ende November standortbezogen ausgerichtet waren.

Auch die österreichischen Standorte feierten

Die österreichischen Produktionsstätten begingen die Jubiläumsfeierlichkeiten am 15. Juni für den Standort Traisen, am 29. Juni auf Burg Gallenstein für die Georg Fischer Mössner GmbH Nfg. & Co. KG in Altenmarkt, am 14. September für den Standort Herzo-

genburg im VAZ St.Pölten und am 21. September für Georg Fischer Mössner GmbH Nfg. & Co. KG Gleisdorf mit einer Erlebnisfahrt auf der Feistritztalbahn.



Besuch an der letzten Ruhestätte von Berthold Fischer in Traisen (v.l.n.r.: Martin Huber, Präsident der Konzemleitung; Peter Maiwald, Geschäftsführer Traisen; Enst Willi, Mitglied des Konzernvorstandes).



Festveranstaltung auf Burg Gallenstein.



Mitarbeiter-Erlebnisfahrt auf der Feistritztalbahn.



Holding-Vorstand M. Pechlaner und die Standortgeschäftsführer E. Neuwirth, A. Keidies und C. Aichinger begrüßen den Herzogenburger Bürgermeister A. Rupp im VAZ St. Pölten.

Standort Traisen/NÖ

Die Georg Fischer Fittings GmbH in Traisen/ NÖ ist heute nach den Stillegungen der Tempergießereien in Bedford/GB, Mettmann, Singen/D und Schaffhausen/CH das Kompetenzzentrum für Tempergussfittings (gegossene Rohrverbindungsteile) im Georg-Fischer-Konzern und gleichzeitig europäischer Marktführer

Von Georg Fischer I bereits 1833 erworben und als Schmiede für Textilmaschinenspindeln betrieben, begann dessen Bruder Berthold (der in Traisen begraben liegt), nach der Übernahme der Leitung elf Jahre später mit der Herstellung von Temperguss. 1851 erhielt die "Weicheisen & Gussstahlfabrik" von Berthold Fischer bei der Londoner Weltausstellung eine Auszeichnung. Für fast 50 Jahre blieb das Gussstahlwerk im Familienbesitz der Fischers, bis es 1894 an die vier Brüder Alfred, Dr. Arthur, Edgar und Guido von Lenz, die späteren Wienerberger-Gründer, verkauft wurde und in österreichischen Privatbesitz zurückkam. Mit der Aufnahme der Fittingsproduktion im Jahre 1898 war es auch zur Konkurrentin von Georg Fischer geworden.

In der Folge hatte das Unternehmen verschiedene Eigentümer und Namen, bis es 1939 durch die Österreichisch-Alpine Montangesellschaft als "Stahl und Temperguss AG übernommen wurde. Im Jahre 1990 kehrte die damalige Fittings Traisen GmbH durch Erwerb der Mehrheitsbeteiligung vom Voest-Alpine-Konzem nach fast 100 Jahren zu Georg Fischer zurück. Heute beschäftigt das Werk Traisen, das zur Unternehmensgruppe Rohrleitungssysteme gehört, über 500 Mitarbeiter, die jährlich rd. 80 Mio. Fittings produzieren.

Standort Altenmarkt/Stmk.

Die als Fa. Alucon 1972 gegründete, 1980 von der Mössner-Gruppe übernommene und seit 1999 zur Georg Fischer-Fahrzeugtechnik gehörige Druckgießerei produziert heute mit 570 Mitarbeitern Druckgussteile aus Aluminium und Magnesium für den Fahrzeuginnenraum, für die Karosserie und für den Antriebsstrang, z.T. fertigbearbeitet und montiert als einbaufertige Komponenten.

Standort Gleisdorf/Stmk.

Die Gleisdorfer Druckgießerei mit derzeit 240 Mitarbeitem, gegründet 1978 von Renault, gehört seit 1999 zur Unternehmensgruppe Fahrzeugtechnik.

Gleisdorf hat die Systemführerschaft für medienführende dickwandige und druckdichte Teile, wie Öl- und Wasserpumpen, für Getriebe-Innenteile und Vakuumdruckguss für schweißbare und wärmebehandelte Strukturteile.

Standort Herzogenburg/NÖ

Der größte österreichische Produktionsstandort innerhalb der Unternehmensgruppe Fahrzeugtechnik ist Herzogenburg. Die im Jahre 1862 vom Schlossermeister Carl Grundmann in Wien gegründete "K.u.K. Privilegierte Schlosserwarenfabrik" wurde 1878 nach Herzogenburg verlegt, ab 1929 für die Eigenversorgung um eine Grau- und Tempergießerei erweitert und Ende des Zweiten Weltkrieges zu einer Kundengießerei ausgebaut.

Nach Beteiligung von Georg Fischer im Jahre 1972 an der Fa. GEGE Gebr. Grundmann und Verlegung der Schaffhauser Aluminiumgießereien nach Herzogenburg wurde die Leistungsfähigkeit als Kundengießerei wesentlich gesteigert und in den Folgejahren sowohl die Eisengusssparte modernisiert als auch die Leichtmetallkapazitäten insgesamt verdreifacht.

1992 wurde die Gebr. Grundmann Ges.m.b.H. in die Georg Fischer Automobilguss GmbH umgewandelt, 1996 der Bereich Schließtechnik an den Schweizer KABA-Konzem verkauft.

Anfang 2002 erfolgte die Aufgliederung in vier rechtlich selbstständige Gesellschaften:

Georg Fischer Automobilguss AG (Holding- u. Dienstleistungsgesellschaft) Georg Fischer Druckguss GmbH &Co KG Georg Fischer Eisenguss GmbH

Georg Fischer Kokillenguss GmbH

Das Produktionsprogramm umfasst im Druckguss u.a. Getriebe-, Kupplungs- und Lenkgehäuse sowie Ölwannen; im Eisenguss Kurbel- und Nockenwellen, Auslasskrümmer, Bremsträger, Kurbelwellenlagerdeckel etc. und im Kokillenguss Ventilgehäuse, Schwenklager, Radträger, Lenker, Radnaben, LKW-Kupplungsgehäuse, -Schwungradgehäuse, -Lagergehäuse u.a.m.



Foto: Marius Höfinger

F. Stutz hielt die Festrede im VAZ St. Pölten.

Die Unternehmensgruppe Fahrzeugtechnik

Die drei Standorte Altenmarkt, Gleisdorf und Herzogenburg gehören mit ihren insgesamt rd. 1700 Mitarbeitern zur Unternehmensgruppe Fahrzeugtechnik, die mit 34 % vom Konzernumsatz 2001 die umsatzstärkste Gruppe darstellt.

Mit rd. 6.600 Mitarbeitern an 17 Standorten in 7 Ländern (CH, A, D, H, GB, USA, China) konnte diese Unternehmensgruppe im Jahre 2001 einen Umsatz von rd. 950 Mio. € erwirtschaften.

Ferdinand Stutz, der Leiter der Unternehmensgruppe Fahrzeugtechnik, stellte in seiner Festrede am 14. September im VAZ St. Pölten u.a. fest, dass es auch für ein Unternehmen wie Georg Fischer keine Selbstverständlichkeit war, 200 Jahre alt zu werden. Innovationsfreudigkeit und die beharrliche Pflege von Kernkompetenzen seien wesentliche Voraussetzungen gewesen.

"200 Jahre wird man nicht so ohne weiteres von selbst. Nicht ohne Know-how.

Nicht ohne die Kenntnis einschlägiger Verfahren und Prozesse. Und schon gar nicht ohne qualifizierte und engagierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. 200 Jahre Georg Fischer sind daher auch 200 Jahre Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft von Generationen, die dem Unternehmen verbunden waren und noch immer verbunden sind. Menschen, die den technischen und wirtschaftlichen Wandel begleiten und gestalten. Menschen mit Kenntnissen und Fertigkeiten, auf die das Unternehmen bauen kann. Ihnen gilt mein Dank und meine Anerkennung für das bisher Geleistete. Und ich bin zuversichtlich, mit Ihnen auch die Zukunft zu meistern !"

Community Benefit – Clean Water

Aus Anlass des 200-jährigen Firmenjubiläums stellte Georg Fischer für die nächsten drei Jahre rd. 3 Mio. CHF für eine Jubiläumsstiftung "Community Benefit – Clean Water" zur Verfügung, um damit die Lebensqualität von Bevölkerungsgruppen in unterentwickelten Ländern durch sauberes Trinkwasser nachhaltig zu verbessern.

Wie einer Mitteilung von Georg Fischer vom November 2002 zu entnehmen ist, wurde diese Aktion von den Georg-Fischer-Aktionären und der Öffentlichkeit gut aufgenommen und hat zu weiteren Spenden geführt, sodass z.Z. 3,6 Mio. CHF zur Verfügung stehen. Mit diesen Mitteln konnte Georg Fischer im Jubiläumsjahr in Zusammenarbeit mit internationalen Hilfswerken mit Start 27. 3. 2002 bereits Projekte zur Versorgung mit sauberem Trinkwasser erfolgreich realisieren. So in Niederumen, Kamerun, Mocambique, Ecuador und Bulgarien. Weitere Clean Water Projekte in Afghanistan, Guatemala, Tansania, Äthiopien und Moldawien sind im Anlaufen. Die Projekte werden weitergeführt werden..



Hydro Aluminium Mandl&Berger GmbH

setzt auf Entwicklung

Weiter ausbauen wird die auf Zylinderköpfe und Motorblöcke spezialisierte Linzer Leichtmetallgießerei Hydro Aluminium Mandl& Berger ihre Entwicklungszusammenarbeit mit den führenden Autoherstellern. Die Zahl der mit Entwicklungsaufgaben befassten Ingenieure wird von heute 25 bis ins Jahr 2005 auf 40 steigen. Das vergrößerte Entwicklungsteam von Gießereifachleuten und Motorenkonstrukteuren ist an der Dürerstraße nahe dem Firmensitz in der Zeppelinstraße untergebracht.

Hydro Aluminium Mandl&Berger war als Produktionsgesellschaft der deutschen VAW Aluminium AG Gruppe seit Jahren auf Expansionskurs. Als der zu den größten Aluminiumproduzenten zählende Konzern die Firma Mandl&Berger im Jahr 1992 übernahm, zählte sie 280 Mitarbeiter. Heute sind es mehr als 500. Im Jahr 2002 übernahm der Norsk Hydro Konzern die VAW. Damit ist Mandl&Berger nun in den Hydro Aluminium Automotive Sektor integriert.

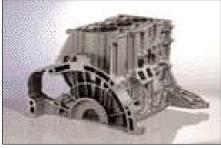
Der Umsatz hat im Jahr 2001 mit 85 Mio € die Mrd Schilling-Grenze überschritten. Wichtige Kunden sind Opel, BMW, Daimler Chrysler mit dem SMART, VW/Audi, FORD und Renault.

Für das sparsamste Serienauto der Welt, den berühmten VW Lupo 3 Liter, liefert der Linzer Betrieb die Motorblöcke. Bei der Produktion von Zylinderköpfen für 1,7 Liter-Dl-Turbodiesel für den Opel Astra setzt Hydro Aluminium Mandl&Berger das patentierte ROTACAST-Verfahren ein.

Wegen Platzmangels im Stammbetrieb wurde ein zweites Werk eingerichtet, das 1999 in Betrieb ging. Dort werden jährlich mehr als 200.000 Zylinderblöcke für die 1,6 Liter-Benzinmotoren der VW / Audi-Gruppe und die Diesel- und Benzinmotorversionen des SMART hergestellt.

Im Entwicklungsbereich arbeitet Hydro Aluminium Mandl&Berger mit allen Stammkunden an abgasarmen und verbrauchsreduzierenden Motorenkonzepten. Auch für Schwestergesellschaften der Hydro Aluminium Automotive in Ungam, England und Mexiko entwickelt Hydro Aluminium Mandl&Berger Produkte, Werkzeuge und Verfahren.





Hydro Aluminium Mandl&Berger GmbH

Zukunft durch Innovation

A-4030 Linz, Werke Zeppelinstraße 24 und Lunzerstraße II5 Product Engineering: Dürerstraße I9 Tel: +43 (0)732 300 103-0, Fax: -209 E-mail: office.mb@hydro.com Internet: http://www.hydro.com

CASTEC Metallguss GmbH – erfolgreich nach EN DIN ISO 9001 zertifiziert

CASTEC Metallguss GmbH stellt nach vom Kunden zur Verfügung gestellten Spezifikationen hochwertige Gussteile aus Nichteisenmetallen, insbesondere Aluminiumgusslegierungen, her. Auch die technische Beratung der Kunden bei Neuentwicklung von Gussteilen bzw. Optimierung der laufenden Produktion ist im Leistungsspektrum enthalten

Im Rahmen der Strukturierung und Einführung einer anerkannten Ablauforganisation hat die "CASTEC Metallguss GmbH" hierfür

das Zertifizierungsverfahren der DQS nach EN DIN ISO 9001

im Juli 2002 erfolgreich abgeschlossen.

Dies ist ein Meilenstein auf dem Weg zum leistungsstarken, kundenorientierten Partner auf dem Gebiet des Vertriebs, der Beratung und der Herstellung von Sandgussteilen aus Nichteisenmetallen.

Im Rahmen des Firmenverbundes mit den Unternehmen "Modellbau Mayer GmbH", "EXCON Engineering GmbH" und "EURO-TEC Systemtechnik GmbH" unterhält die CASTEC Metallguss GmbH ein gemeinsames Prozessmanagement-System.

Dies macht es möglich, den Kunden unter dem Motto "vier Kompetenzen aus einer Hand" in den Bereichen

- Konstruktion (Produktentwicklung),
- Modellbau.
- Gießerei und
- Fertigbearbeitung

Komplettlösungen im Bereich der Aluminiumgussteiletechnik anzubieten.

Das Produktspektrum der CASTEC Metallguss GmbH umfasst:

- Teilegewicht von 0,1–300 kg
- Teile für Automobilindustrie (Prototypenund Serienteile),
- Maschinenbau,
- Fahrzeugbau,
- Elektroindustrie,
- Energiesysteme und
- Lebensmittelindustrie

Betriebskennzahlen:

Umsatz: ca. 2,2 Mio. € (davon ca. 35 % Export) Beschäftigte: ca. 25





Feldstraße 15 - A-5230 Mattighofen

Telefon +43 (0)7742/2356-0 Telefax +43 (0)7742/2356-40

e-Mail: info@castec.at



P.D.C. 2010, Plant Data Collection, ein innovatives System von hws zur zentralen Erfassung und Verarbeitung aller Produktionsdaten

In Gießereien wird die Archivierung der Prozessparameter meist immer noch handschriftlich oder durch verschiedene separat erzeugte Analyseprotokolle in Papierform realisiert. Diese Art der Datenerfassung und

Firmennachrichten



Bild 1: Startmenü des P.D.C. 2010

-sicherung, ist zum einen sehr zeitaufwendig beim Erfassen, zum anderen unsicher und ungenau beim Archivieren. Die Möglichkeiten der gezielten Suche nach Ursachen bei Qualitätsproblemen oder der Erstellung von Produktzeugnissen, sowie der genauen Identifizierung eines Gussstückes sind durch diese (überholte) Methode, wenn überhaupt, sehr begrenzt.

Die Firma HWS, mit der Erfahrung von weltweit 365 in Betrieb genommenen Seiatsu-Formmaschinen bzw. -Anlagen, ent-

wickelte deshalb ein revolutionäres System, das den komplexen Ablauf einer Gießereianlage datentechnisch transparent macht und damit optimale Möglichkeiten zur Qualitätskontrolle und Prozessoptimierung eröffnet.

Neben dem bereits bekannten Anlagenleitsystem A.L.S. 2010 zur Verwaltung der Stammdaten, Archivierung von Ereignissen und weiteren Modulen, stellt HWS nun das P.D.C. 2010 (Plant Data Collection) vor, eine Neuentwicklung, die bereits bei Daimler Chrysler in Mettingen installiert wurde und sich in der Praxis bewährt hat.

Technologie – Integration statt Insellösung

Das P.D.C. 2010 ist ein webbasiertes System mit einer Anbindung an das Intranet oder Internet, wobei die Programmierung nach den neuesten Internettechnologien wie NET, ASP, XML/XSLT, HTML, TCP/IP erfolgt. Hierbei wird die Datenerfassung durch PC- und SPS-seitige Prüfroutinen überwacht und protokolliert.

Das System, welches in einem PC-Schaltschrank eingebaut ist, besteht aus dem P.D.C. 2010 Server (Betriebssystem Windows XP) mit einem Datensicherungslaufwerk und einem Drucker. Spannungsausfälle werden mit Hilfe einer unterbrechungsfreien Stromversorgung überbrückt.

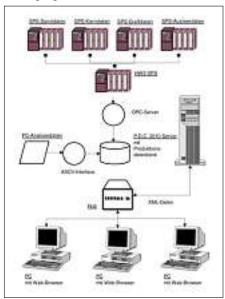


Bild 2: Systemarchitektur des P.D.C. 2010

Durch eine in der Feldebene installierte Kommunikation zwischen den verschiedenen Prozessanlagen wie Sandaufbereitung, Kernzubereitung, Gießmaschine, Gusstrennung oder Schmelzbetrieb werden alle zu protokollierenden Prozessdaten in der HWS-Steuerung gesammelt und über eine Datenleitung dem P.D.C. 2010-Server zur Verfügung gestellt, wobei die Daten vom System ohne Feldbusanbindung über eine definierte ASCII-Schnittstelle eingelesen werden. Die in der Produktionsdatenbank gespeicherten

Rohdaten werden dann dem Bediener komfortabel zugänglich gemacht. Bei einer vorhandenen Anbindung an das Firmennetzwerk ist es überall möglich, ohne zusätzliche Softwareinstallation auf die Daten zuzugreifen.

Bedienung – Mausklick statt Papierkrieg

Das P.D.C 2010 ist ein multilinguales System mit einer leicht bedienbaren grafischen Oberfläche. Die Bedienung erfolgt wie bei Internet-Applikationen im Webbrowser mit der Maus oder Tastatur, wobei folgende Abfragekriterien möglich sind: Zeitraum für Zeugnisdarstellung, min/max Werte zur Fehleranalyse oder Systemoptimierung und Identifikation von speziellen Gussstücken.



Bild 3: Abfrage- und Anzeigeauswahl

Dem Anwender steht die Möglichkeit offen, nach der Eingabe der gewünschten Kriterien (**Bild 3**), z.B. Zeitstempel und Modellnummer, mit der Maus in der Anzeige (**Bild 4**) zu jeder Angabe noch detailliertere Information zu erhalten.

PBC	=		Farmer		STATE OF THE PARTY NAMED IN
France			Ten plan	Makes	testing
Ferbidays.	166		District Sold	Least Heat	line bearings
Sandhear.	161	\$100,000.0	District Street	thready of the	to be been as been
2001	414	\$166mms	10 10 10 10 10 10	1015-210-010-010	\$1.00 MIN 14.16 LE
Challeberge	MN -	SARK-TON-	OWNERS WHEN	AND DESCRIPTIONS	ELECTRIC TATE OF
-	100	1114		12-12-2003 (17-03-21	20 00, 2002 14 14 14
Siebourt.	100	HARDWILL	to store service	(146.00017504)	1100 200 1210
- box	-	#14000000	THE RELEASE	THE PROPERTY.	\$100 BH 1475 B
MANam	1190	Absolptions	DAME AND	ACCOUNT NAME	UW (60 4 16)
00	1046	\$144mmg	THEFT	SHIP DOTTON	Harter wall
	1991	AMADED	DRING NAME OF THE PERSON NAMED IN	19 30 7 54	11 × 100 × 211
	1000	MACHILL	DHISCHAI	September	Harbell Harr
	MAY.	Alexandi	District when	10 to 200 P 841	District in lett
	1961	\$140,000.1	DANGE SHIP	STATE OF THE LOCAL PROPERTY.	DOMESTIC CONTRACTOR
	1000		First Name of Street, or		

Bild 4: Anzeige der Produktionsdaten

Diese Informationen (Bild 5) werden in Form von Tabellen oder XML-Struktur an-



Bild 7: Inhalt und Aufbau der Software

gezeigt und stehen dem Anwender als solche für Microsoft Officeanwendungen zur Verfügung.

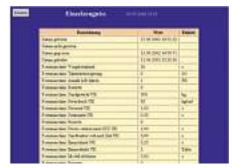


Bild 5: Detaillierte Anzeige per Mausklick

Das Drucken erfolgt direkt über den Browser oder per Listendruck im Crystal-Report. Ein Export über eine Standard XML-Schnittstelle und Microsoft Excel ist ebenfalls möglich.



Bild 6: Ausdruck mit Browser

Inhalte - Prägnante Daten statt Datenfriedhof.

Die Produktionsdatenerfassung ist beim P.D.C. 2010 sowohl für jede getaktete Form als auch für verschiedene Chargen gewährleistet. Möglich ist dabei die Erfassung der Formdaten, Kerndaten, Gießdaten, Schmelzdaten, Analysedaten, usw.

Eine Datensicherung ist bis zu I Jahr möglich, danach besteht die Möglichkeit, auf externen Datenträgern zu archivieren.

Vorteile

- eigenständiges Erfassungssystem
- wartungsfreie und manipulationssichere Datenbank
- räumliche Trennung von PC/ SPS/Bedienung & Beobachtung möglich
 - XML-plattformunabhängige Beschreibung der Daten
 - schnelle Updatefähig keit (nur serverseitiges Ändern nötig)

Kontakt:

Andreas.Klein@Wagner-Sinto.de und Matthias.Dittrich@ Wagner-Sinto.de



Aus dem Institut für Gießereikunde an der Montanuniversität Leoben



o. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Schumacher,

Professor für Gießereikunde an der Montanuniversität Leoben und Geschäftsführer des Vereins für praktische Gießereiforschung – Österreichisches Gießereilertitut

Herr Prof. Dr.-Ing **Peter Schumacher** wurde zum Professor für Gießereikunde an der Montanuniversität Leoben (MUL) berufen und beginnt seine Tätigkeit mit I. 12. 2002. Er ist somit **Nachfolger von** Herm Prof. Dr. Ing. **Andreas Bührig-Polaczek**, der einer Berufung an die TH-Aachen gefolgt ist.

Entsprechend dem Kooperationsvertrag zwischen Montanuniversität und Verein für praktische Gießereiforschung, dem Trägerverein des Österreichischen Gießerei-Institutes (ÖGI), wurde Herr Prof. Schumacher auch zum Geschäftsführer des Vereins und zum Direktor des ÖGI bestellt. Sein Stellvertreter in der Geschäftsführung des Vereins und der Leitung des ÖGI ist wie bisher Herr Dipl.-Ing. Gerhard Schindelbacher.

Prof. Dr.-Ing. P. Schumacher wurde am 5. Juni 1964 in Bremen geboren und be-

suchte nach dem Gymnasium Huckelried die Technische Universität Braunschweig, Fachrichtung Maschinenbau-Materialwissenschaften unter Prof. Dr. F. Haeßner und Prof. Dr. G. Lange. Er

setzte danach seine Studien in England in der Zeit von 1990–1993 an der University of Cambridge (Darwin College) fort und promovierte bei Prof. A.L. Geer. Seine Arbeit zum Thema: "Nucleation in aluminium alloys studied using devitrification" wurde von ALCAN Int. Ltd. und dem EPSRC gefördert.

Nach seiner Promotion wechselte er an die University of Oxford, wo er bis heute als wissenschaftlicher Mitarbeiter bis hin zu einer habilitationsähnlichen Position am Engineering and Physical Science Research Council (EPSRC) arbeitete.

Schwerpunkte seiner Arbeiten sind: Erstarrung und Beeinflussung der Gussgefüge, mechanisches Legieren von Nanokristallen und metallischen Gläsern, heterogene Keimbildung bei Al- und Mg-Legierungen unter verschiedensten Abkühlbedingungen, Komfeinung von Schmelzen, Squeeze Casting, Verbundguss u.a.m.

Mit 28 Publikationen, drei Buchveröffentlichungen und zwei Herausgeberschaften weist Prof. Schumacher eine beachtliche Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten auf. In diesem Zeitraum wurde er auch mit einigen Preisen und Auszeichnungen geehrt, unter anderem hat er im Jahr 2000 den Cook Ablett Award des Institute of Materials für die beste Veröffentlichung im Bereich Metall erhalten.

Durch seine Forschungsarbeiten, die vielfach von Großkonzemen wie Alcan Int. Ltd., Pechiney und der London & Scandinavian Metallurgical Co Ltd. gefördert wurden und durch seine zahlreichen Vorträge in den verschiedensten Teilen der Welt hat sich Schumacher in seinem Kembereich, der Erstarrung von Metallschmelzen, einen hervorragenden Ruf geschaffen. Er arbeitet auch im europäischen Netzwerk "Microstructural Engineering by Solidification" mit und möchte diese Zusammenarbeit von seiner neuen Wirkungsstätte in Leoben aus fortsetzen.

Herr Prof. Schumacher ist verheiratet und Vater eines Sohnes; zur Zeit ist er bemüht, seine Familie sowie seinen Wohnsitz nach Leoben zu übersiedeln.



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

Erfolgreiche Teilnahme des Österreichischen Gießerei-Institutes an der MATERIALICA 2002

Von 30.9. bis 2.10.2002 fand in München die Werkstofffachmesse MATERIALICA 2002, verbunden mit dem Kongress Materials Week, statt. Das Österreichische Gießerei Institut hat sich, wie in den vergangenen Jahren, wieder mit großem Erfolg beteiligt. Auf einem von der Steirischen Wirtschaftsförderung (sfg) bestens organisierten Gemeinschaftsstand präsentierten sich rd. 20 werkstoff- und technologieorientierte Firmen sowie Forschungsinstitute.

Die Messe MATERIALICA ist vor allem Treffpunkt für Anwender, Produktentwickler, Konstrukteure, Designer, Produktmanager und Einkäufer, wo sich die Besucher über neueste Entwicklungen in allen Bereichen der Werkstofftechnik und -anwendungen sowie

der Verfahren informieren können. Gusswerkstoffe und Gießverfahren spielen dabei eine wichtige Rolle.

Die Messe gliedert sich nach Werkstoffanwendungen und Verfahren und deckt die folgenden Sparten ab:

Light Metal & Metal World (Eisen und Stahl sowie Anwendungen aus den Leichtmetallen Aluminium, Magnesi-

um und Titan sowie sonstige NE-Metalle)

Plastics & Composites World (Kunststoffe im Verbund, textile Werkstoffe, Thermo- und Duroplaste, Elastomere)



 $\ddot{\text{O}}\text{GI-Messestand}$ auf der MAERIALICA 2002 (im Vordergrund Institutsleiter Dipl.-Ing. G. Schindelbacher)

Ceramics & Carbon World (Keramik, Glas, Carbon, Pulvermetallurgie)

Surface & Nano World (Verfahren der Oberflächenbehandlung und Nanotechnologie)

Adhesion & Joining World (Klebe- und Dichttechnik; sowie Schweißen und andere Fügetechniken)

Product Development World (Innovative Lösungen vom Design bis zur Serie – Time-to-Market)

Testing & Research World (Mess- und Prüfverfahren, Gemeinschaftsbeteiligungen und Forschungsinstitute)

Aufgewertet wurde die Messe durch ein begleitendes Forum, auf dem in Fachvorträgen

und Diskussionsrunden zu speziellen Themen Stellung bezogen wurde.

Die Besucherzahl ist gegenüber 2001 um rd. 32 % gestiegen, wobei auf der Messe vor allem Fachbesucher registriert wurden.

Das ÖGI konnte zahlreichen Besuchem in vielen Gesprächen die Vorteile des Gießens und der Gusswerkstoffe sowie die Leistungsfähigkeit des Institutes näher bringen. Bereits bestehende Kundenkontakte konnten vertieft, aber auch viele neue Kontakte

konnten aufgenommen werden. Zu erwähnen ist insbesondere der auf der Messe entstandene Kontakt zu einem australischen Konsortium, das in den nächsten Jahren im Bereich der Magnesiumgewinnung und -verarbeitung ein größeres Projekt plant. Die bisherigen Arbeiten und das Know-how des ÖGI haben dabei so überzeugt, dass sich im Anschluss an die Messe zwei australische Interessenten zu einem weiterführenden Gespräch und einer Institutsbesichtigung in Leoben eingefunden haben.



Neues vom VDG Verein Deutscher Gießereifachleute

Wechsel in der Geschäftsführung von VDG und IfG in Düsseldorf

Nach langjähriger engagierter und erfolgreicher Tätigkeit beendete Herr Dr.-Ing. **Niels Ketscher** seine Tätigkeit als Hauptgeschäftsführer des Vereins Deutscher Gießereifachleute mit 30. September 2002 und übergab die Geschäfte an Herm Dr.-Ing. Gotthard Wolf, seinen bisherigen Stellvertreter und Leiter des Institutes für Gießereitechnik GmbH.



Dr.-Ing. Niels Ketscher, scheidender VDG-Hauptgeschäftsführer.

Niels Ketscher, der seit 1993 die Hauptgeschäftsstelle des VDG in Düsseldorf führte, setzte sich mit ganzer Kraft und dem ihm eigenen hohen Engagement für die technisch-wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit der Gießereiindustrie ein. Seine Fachkenntnisse, sein Managementgefühl bei der Führung eines Teams und seine menschlichen Qualitäten haben für Niels Ketscher zu hoher nationaler und internationaler Anerkennung geführt.

Er war Mitglied des Vorstandes, später Vorsitzender des Fachinformationszentrums Technik (FIZ-T), Frankfurt, Vorsitzender des Fördervereins Werkstoffdokumentation (FWD) und Vorsitzender der Mitteleuropäischen Gießereiinitiative (MEGI) der osteuropäischen Reformländer. Am Erfolg der GIFA 1994 und 1999 war er verantwortlich beteiligt.

Schwerpunkte der beruflichen Tätigkeit von Niels Ketscher waren die Entwicklung und Produktion von Erzeugnissen aus Gusseisen mit Kugelgraphit, die Projektierung, der Aufbau und die Inbetriebnahme neuer komplexer Gießereianlagen. Die Veröffentlichungen

von Niels Ketscher sind verschiedenen Gebieten gewidmet: Anschnitt- und Speisertechnik, Erzeugung und Wärmebehandlung von Gusseisen mit Kugelgraphit, ökologische Bewertung verschiedener Form- und Kemherstellungsverfahren, Produktionsorganisation und Leistungsberechnung von komplexen Gießereianlagen, Gussanwendung, Analyse zur zukünftigen Entwicklung der deutschen Gießereiindustrie.

Für seine großen Verdienste um die technische Entwicklung des Gießereiwesens verlieh ihm der Verein Deutscher Gießereifachleute in diesem Jahr mit der Adolf-Ledebur-Denkmünze die höchste Auszeichnung des Vereins. Die österreichischen Gießer danken Herrn Dr.-Ing. Niels Ketscher besonders für die kollegialen Kontakte und gutnachbarlichen Beziehungen, die auch die beiden Vereine, VDG und VÖG, sowie die Gießerei-Institute auf beiden Seiten miteingeschlossen haben. Die über die Landesgrenzen hinweg bestehende freundschaftliche Verbundenheit unter den Gießerkollegen kommt nicht nur in wechselseitigen Mitgliedschaften, sondern kam auch immer wieder darin zum Ausdruck, dass namhafte Referenten aus der Bundesrepublik Deutschland die Österreichischen Gießereitagungen mit ihrem Wissen bereicherten. Mögen sich diese guten Beziehungen auch unter dem neuen Management weiter vertiefen!



Dr.-Ing. Gotthard Wolf, neuer VDG-Hauptgeschäftsführer.

Herr Dr.-Ing. **Gotthard Wolf**, der die Hauptgeschäftsführung des VDG zum I. Oktober 2002 übernahm, studierte von 1978 bis 1983 Gießereitechnik an der RWTH Aachen. In seiner anschließenden Tätigkeit als wissenschaftlicher Angestellter schloss er das Postgraduale Studium mit der Doktorarbeit

über "Rechnergestützte Prozesssimulation von GGG-Kokilllenguss" im Jahre 1986 ab. In der Mahle-Witzemann-Gruppe, Stuttgart, übte er dann verschiedene Funktionen in der Abteilung Forschung und Entwicklung aus, zuletzt als Leiter des Bereiches Qualitätsmanagement und Entwicklung.

Im Jahre 1995 übernahm Dr. Wolf die Leitung des Institutes für Gießereitechnik GmbH, Düsseldorf, und legte dort die Grundlage für eine positive Geschäftsentwicklung, die bis heute anhält. Er übergibt seinem Nachfolger, Herm Prof. Dr.-Ing. **Dierk Hartmann,** ein wirtschaftlich gesundes, modernes Dienstleistungsinstitut für die Gießereiindustrie mit heute 45 Mitarbeitem.



Prof. Dr.-Ing. Dierk Hartmann, neuer Leiter des IfG.

Prof. Dr.-Ing. Dierk Hartmann, seit Februar dieses Jahres stellvertretender Institutsleiter des IfG, studierte Gießereikunde an der RWTH Aachen und schloss 1984 mit dem Diplom ab. Als wissenschaftlicher Angestellter der Universität arbeitete er in Forschungsprojekten mit und promovierte im Jahre 1989 mit dem Thema: "Erstarrung binärer Kupferlegierungen beim horizontalen Stranggießen in Graphitkokille". Nach verschiedenen Funktionen in der Industrie wurde er im Oktober 1993 zum Prof. für "Metallkunde der Gusswerkstoffe" und ab Oktober 1994 zum Prof. für "Werkstofftechnik der Stähle und NE-Metalle" im Fachbereich Hütten- und Gießereitechnik der Gerhard Mercator Universität, Duisburg, ernannt und war von April 1994 bis September 1999 Mitglied des Senats der Hochschule. 1999 beendete er seine Hochschultätigkeit und hatte bis Ende 2001 die alleinige Geschäftsführung der EFU Gesellschaft für Ur- und Umformtechnik mbH in Simmerath inne.

Veranstaltungskalender

Weiterbildung - Seminare - Tagungen - Kongresse - Messen

Der Verein Deutscher Gießereifachleute (VDG) bietet im 1. Halbjahr 2003 folgende Seminare an:

Datum:	Ort:	Thema:
2003		
14./15.01.	Erfurt	Gussteilfertigung mit chemisch gebundenen Formstoffen (S)
16./18.01.	Stuttgart	Grundlagen der Gießereitechnik (QL)
22./23.01.	Friedberg/H.	Kupfer-Gusswerkstoffe und ihre Schmelztechnik (S)
29./30.01.	Heilbronn	Schlichten von Sandformen und Kernen (S)
06./07.02.	Düsseldorf	Schmelzen von Aluminium (QL)
12./13.02.	Friedberg/H.	Anschnitt- und Speisertechnik bei Gusseisen und Stahlguss (S)
14./15.02	Stuttgart	Formerei (QL)
20./21.02.	Duisburg	Praktische Metallographie für Gusseisenwerkstoffe (PL)
20./22.02.	Duisburg	Grundlagen der Gießereitechnik (QL)
26./27.02	Erfurt	Moderne Technologien für die Herstellung von Gusseisen mit Lamellengraphit (S)
12./13.03.	Friedberg/H.	Kernherstellverfahren mit Aushärtung durch Begasen (S)
13./15.03.	Bad Kissingen	Erfolgreiches Führen (WS)
26.03.	Limburg	Schmelzen im Induktionsofen (S)
02.04.	Düsseldorf	Rechnergestützte Entwicklung und Optimierung gegossener Bauteile (IV)
09.04.	Limburg	Einführung in das Druckgießen (S)
11./12.04.	Hadamar	Fertigungskontrolle und Qualitätssicherung (QL)
24./25.04.	Clausthal-	
	Zellerfeld	Qualitätsüberwachung von Eisenschmelzen durch thermische Analyse (PL)
07./08.05.	Bad Dürkheim	Schmelzen, Gießen und Erstarren von Feinguss (S)
09./10.05.	Heilbronn	Schmelzbetrieb in NE-Metallgießereien (QL)
14.05.	Friedberg/H.	Gusseisen mit Vermiculargraphit (IV)
26./28./06.	Gummersbach	Führen mit Persönlichkeit (WS)

IV=Informationsveranstaltung, MG=Meistergespräch, PL=Praxislehrgang, QL=Qualifizierungslehrgang, S=Seminar, WS=Workshop. Nähere Informationen erteilt der VDG Düsseldorf: Frau Gisela Frehn, Tel.: 0049 (0)211 6871 335, E-Mail: gisela.frehn@vdg.de, Internet: www.weiterbildung.vdg.de

Weitere Veranstaltungen:

27./29.0
30./31.1
05./08.0
27.02./0
03./06.0
11/120

2003

18./19.01.	St. Pölten/NÖ	EURO CONTACT		
27./29.01.	Jaipur/Indien	51 st Indian Foundry Congress mit IFEX-2003 Exhibition (www.indianfoundry.com)		
30./31.1.	Magdeburg	Gießtechnik im Motorenbau (www.vdi.de/presse)		
05./08.02.	New Delhi/Ind.	Ingenieur und Technologiemesse		
27.02./01.0	3.Orlando/USA	AFS Int. Conference on Iron Melting		
03./06.03.	Detroit/USA	World Congress 2003 der Society of Automotive Engineers		
11./12.03.	Aachen	VDI-Wissensforum: Rapid Technologies (www.vdi.de/presse)		
18./22.03.	Rom	5 th Aluminium Two-Thousand Conference		
26./29.03.	Sinsheim	3. EUROTOOLS		
20.03./02.04.Dubai (Vgte.				
	Arab. Emirate)	Tekno – 6 th International Technological Exhibition & Conference for Industrial Machinery		
07./12.04.	Arab. Emirate) Hannover	Tekno – 6 th International Technological Exhibition & Conference for Industrial Machinery Hannover Messe sowie Motion, Drive & Automation		
07./12.04.				
	Hannover	Hannover Messe sowie Motion, Drive & Automation		
24./25.04.	Hannover Salzburg	Hannover Messe sowie Motion, Drive & Automation 47. Österreichische Gießerei-Tagung		
24./25.04. 26./29.04.	Hannover Salzburg Milwaukee/USA	Hannover Messe sowie Motion, Drive & Automation 47. Österreichische Gießerei-Tagung 107 th AFS Casting Congress		
24./25.04. 26./29.04.	Hannover Salzburg Milwaukee/USA	Hannover Messe sowie Motion, Drive & Automation 47. Österreichische Gießerei-Tagung 107 th AFS Casting Congress Keramik im Fahrzeugbau (Mercedes-Forum Stuttgart)		
24./25.04. 26./29.04. 06./07.05.	Hannover Salzburg Milwaukee/USA Stuttgart	Hannover Messe sowie Motion, Drive & Automation 47. Österreichische Gießerei-Tagung 107 th AFS Casting Congress Keramik im Fahrzeugbau (Mercedes-Forum Stuttgart) (Internet: www.dkg.de und www.Mercedes-Forum.de)		
24./25.04. 26./29.04. 06./07.05.	Hannover Salzburg Milwaukee/USA Stuttgart Münster	Hannover Messe sowie Motion, Drive & Automation 47. Österreichische Gießerei-Tagung 107 th AFS Casting Congress Keramik im Fahrzeugbau (Mercedes-Forum Stuttgart) (Internet: www.dkg.de und www.Mercedes-Forum.de) Deutscher Ingenieurtag 2003 (www.ingenieurtag.de)		
24./25.04. 26./29.04. 06./07.05. 12./14.05. 20./23.05.	Hannover Salzburg Milwaukee/USA Stuttgart Münster Stuttgart	Hannover Messe sowie Motion, Drive & Automation 47. Österreichische Gießerei-Tagung 107 th AFS Casting Congress Keramik im Fahrzeugbau (Mercedes-Forum Stuttgart) (Internet: www.dkg.de und www.Mercedes-Forum.de) Deutscher Ingenieurtag 2003 (www.ingenieurtag.de) Autom@tion 2003 – Automatisierung eröffnet Perspektiven		

Weitere V	eranstaltungen:	
Datum:	Ort:	Thema:
2003		
02./04.06	Brno (CZ)	40. Gießereitagung "80 Jahre Tschechische Gießereivereinigung"
16./17.06.	Düsseldorf	WFO Technical Forum 2003
16./21.06.	Düsseldorf	GIFA, METEC, THERMPROCESS, NEWCAST
24./26.06.	Leipzig	Z-2003
02./04.07.	Wien	DGM-Symposium Verbundwerkstoffe u. Werkstoffverbunde (http://www.dgm.de/verbund)
13./18.07.	Hamburg	10 th World Conference on Titanium (http://www.ti-2003.dgm.de)
17./20.08.	Indianapolis/USA	AFS 15 th Environmental, Health and Safety Conference
01./05.09.	Lausanne	Euromat 2003 (http://www.euromat2003.fems.org)
12./17.09.	Amelia Isld./USA	Annual Meeting der Steel Founders` Society of America
15./18.09.	Indianapolis/USA	22 nd Int. Diecasting Congress and Exposition der North American Diecasting Assn.
18./19.09.	Portoroz (Slow.)	43. Gießereitagung "50 Jahre DRUSTVO LIVARJEV SLOVENIJE und 50 Jahre Gießereifachzeitschrift LIVARSKI VESTNIK (Internet: www.uni-lj.si/societies/foundry,
		E-Mail: drustvo.livarjev@siol.net)
18./20.11.	Wolfsburg	6. Int. Magnesium Tagung mit Ausstellung (www.magnesium.dgm.de)
20./23.09.	Miami/USA	Annual Meeting der Non-Ferrous Founders Society of America
20./23.10.	Hilton Head	
	IsId./USA	2003 Keith Millis World Symposium on Ductile Iron
2004		
16./20.02.	Düsseldorf	I.6. INTERKAMA
18./19.03.	Trier	2. Internationale Kupolofenkonferenz
02./04.03.	Nürnberg	EUROGUSS und CastTec
06./09.09.	Istanbul	66 th WFC – Gießerei-Weltkongreß mit ANKIROS, ANNOFER und TURKCAST
2207071		(www.wfc2004.org und www.ankiros.com)

Redaktionsschluss für die erste Ausgabe der Gießerei Rundschau im nächsten Jahr zum Thema "Stahlguss" ist der 31. Jänner 2003!



PETROFER-AUSTRIA

Industrial Oils & Chemicals
Salzburger Straße 54c
A-4800 Attnang-Puchheim
Tel. 07674/62 2 40
Fax 07674/65 1 39
e-mail: office@petrofer.at

Mit unseren herzlichsten Weihnachtsgrüßen verbinden wir den Dank für eine angenehme Zusammenarbeit und die besten Wünsche für ein gutes, erfolgreiches neues Jahr.





VÖG (Verein Österreichischer



Neue Mitglieder

Ordentliche (Persönliche) Mitglieder

Bako, Karoly, Dr., TP Technoplus KFT, Becsi Ut 267, H-1037 Budapest

Privat: Csejtei Utca 15–19, E/2, H-1025 Budapest

du Maire, Ernst, Dipl.-Ing., Vorstandsvorsitzender der Heidenreich u. Harbeck AG, Grambeker Weg 25/29, D-23 879 Mölln

Privat: F.-Sauerbruch-Straße 4, D-23 879 Mölln

Slajs, Jan, Ing., Metos v.o.s. – Metalurgicky Technicko Obchodni Servis, Tovarni 290, CZ-537 01 Chrudim

Weinberger, Rudolf, Mag., Gewerke, Vorstandsvors. d. Eisenwerk Sulzau-Werfen, R.&E. Weinberger Aktiengesellschaft, Bundesstraße 4, A-545 I Tenneck (Salzburg)

Aus dem VÖG ausgetreten ist:

Kienberger, Christian, Grammatneusiedler Straße 8/5, A-2435 Ebergassing/NÖ

Firmenmitglieder

ARC Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH, Lamprechtshausenerstraße. A-5282 Ranshofen/OÖ

Dank für langjährige Mitgliedschaften

Den nachstehend genannten VÖG-Mitgliedem sei für ihre langjährige Treue besonderer Dank ausgesprochen:

Für 25-jährige VÖG-Mitgliedschaft:

Herm Dir. i.R. Ing. Anton Vigne, Furth-Göttweig/N $\ddot{\mathrm{O}}$

Für 40-jährige VÖG-Mitgliedschaft:

Herm Prof. Dipl.-Ing. Hermann Dienstl, Wien Herm Helmut Steurer, Bad Fischau – Brunn/NÖ

Für 50-jährige VÖG-Mitgliedschaft:

Herm Dipl.-Ing. Hugo Lenhard-Backhaus, Wien

Personalia – Wir gratulieren zum Geburtstag

Ing. **Rudolf Haselmann**, A-3130 Herzogenburg, Feldgasse 13, **zum 65. Geburtstag** am 14. Dezember 2002.

Geboren in Herzogenburg, besuchte Rudolf Haselmann nach der Grundschule die Bundesgewerbeschule, Abteilung Maschinenbau, in St.Pölten, die er mit der Matura 1956 abschloss. Von Juli 1956 bis Dezember 1957

Vereinsnachrichten



war Haselmann im Konstruktionsbüro der E.Ö. Glanzstoff-Fabrik in St.Pölten und Arnheim (Holland) tätig. Danach trat er in die Eisengießerei der Firma Gebrüder Grundmann in Herzogenburg ein. Das interessante Geschehen in der Gießerei mit all ihren Problemen und Erfolgen ließ Rudolf Haselmann bis zu seinem Übertritt in den Ruhestand nicht wieder los.

Nach der Übernahme der Eisen- und Aluminiumgießerei Gebr. Grundmann durch den GF – Georg Fischer Konzem war Ing. Haselmann als Betriebsleiter der Eisengießerei unter anderem mit der Umstrukturierung der Kundengießerei in eine 100%ige Automobilgießerei betraut. Sein besonderes Engagement galt auch den Großinvestitionen der automatischen Form- und Gießanlagen, des MF-Elektro-Schmelzbetriebes sowie der vielachsigen Bearbeitungszentren für die Krümmerbearbeitung.

Eine Bereicherung seiner Tätigkeit war insbesondere auch die Erweiterung der Werkstoffpalette auf die GGG-Normqualitäten sowie GGG-SiMo und GGV-SiMo, die auch zu einer Intensivierung der Kontakte zum Österreichischen Gießerei-Institut Leoben führte, in dessen Technischem Beirat und "Arbeitskreis Sphäroguss" Ing. R. Haselmann sehr engagiert mitwirkte. Darüberhinaus hat Ing. Haselmann jede Gelegenheit wahrgenommen, in den einschlägigen Gießereifachgremien, in der Fachgruppe Gießereiindustrie der Wirtschaftskammer Niederösterreich, bei Tagungen und Seminaren den Kontakt zu seinen Gießerkollegen inner- und außerhalb des Konzerns stets wahrzunehmen und den fachlichen Erfahrungsaustausch zu fördern.

In Würdigung seiner hervorragenden Verdienste um das Bundesland Niederösterreich wurde ihm im November 1997 vom Landeshauptmann von Niederösterreich das Goldene Ehrenzeichen seines Heimatbundeslandes verliehen.

Mit Erreichen seines 60. Lebensjahres ist R. Haselmann Ende 1997 in den Ruhestand getreten.

Seit 1970 ist Ing. Rudolf Haselmann Mitglied des Vereins Österreichischer Gießereifachleute.

Betriebsdirektor i.R. Dipl.-Ing. Dr. mont. **Gerhard Löcker**, A-8700 Leoben, Schillerstraße 6, **zum 70. Geburtstag** am 23. Dezember 2002.

Gerhard Löcker wurde 1932 in Leoben geboren, wo er nach der Grundschule auch das Bundesrealgymnasium besuchte und 1952 mit der Matura abschloss. Anschlie-



Bend studierte er an der Montanistischen Hochschule Leoben die Fachrichtung Hüttenwesen und graduierte 1958 zum Diplomingenieur. Schon während des zweiten Studienabschnittes war Löcker von 1956 bis zur Ablegung der Diplomprüfung im März 1958 als Wissenschaftliche Hilfskraft an der Lehrkanzel für Metallkunde und Werkstoffprüfung bei Herrn Prof. Dr. Roland Mitsche tätig. In dieser Zeit fungierte er auch als Sportreferent der Österreichischen Hochschülerschaft seiner Hochschule. Nach Studienabschluss trat Dipl.-Ing. Gerhard Löcker in das Werk Traisen der damaligen Österreichisch Alpine Montangesellschaft als Betriebsingenieur ein und blieb diesem Unternehmen bis zu seinem Übertritt in den Ruhestand treu.

1962 wurde Dipl.-Ing. Löcker die Leitung der Qualitätsstelle übertragen, wobei er ein umfangreiches Produktionsprogramm zu verantworten hatte: unlegierten bis hochlegierten Stahlguss (Gussstücke für den allgemeinen Maschinenbau; verschleißfeste Gussteile, vor allem aus 13 %-Manganhartstahlguss für z.B. Baggereimer, Weichenherzen für den Gleisbau; Kraftwerkskomponenten, Turbinengehäuse, Francis- und Peltonlaufräder, Kaplanschaufeln), Gusseisen mit Kugelgrafit (Teile für den allgemeinen Maschinenbau, Hochofenkühlplatten u.a.), Temperguss (Fittings und in geringem Ausmaß auch Kundenguss).

Einen Teil seiner reichen Praxiserfahrung legte Dipl.-Ing. Löcker in einer Dissertation zum Thema "Beitrag zur Systematik der Grafitbildung aus metastabilen technischen Eisen-Kohlenstoff-Legierungen" nieder, mit der er im Dezember 1968 zum Doktor der montanistischen Wissenschaften promovieren konnte.

1969 wurde Dipl.-Ing. Dr. mont. Gerhard Löcker zum Betriebschef und 1973 zum Betriebsdirektor ernannt und bekleidete diese Funktion bis zu seiner Pensionierung Ende 1987

Seit 1965 arbeitete er im Fachnormenausschuss Gießereiwesen des Österreichischen Normungsinstitutes ON mit, von 1975 bis 2001 war er Vorsitzender dieses Gremiums. Dipl.-Ing. Dr. mont. Gerhard Löcker ist seit 1967 Mitglied im Verein Österreichischer Gießereifachleute.

Gerhard Hohl, A-2320 Schwechat, Schildweg 10, **zum 50. Geburtstag** am 14. 12. 2002.

Den Jubilaren ein herzliches Glückauf!

INSOLVENZVERSTEIGERUNG



Im Auftrag des Insolvenzverwalters,
RA Dithmar – Westhelle – Assenmacher – Zwingmann, Kassel
versteigern wir am Dienstag, den 21. Januar 2003 die mobilen Anlagen und
Einrichtungen des Gießereibetriebes

Fa. Techno-Cast GmbH, 34369 Hofgeismar (D).

Der Gießereibetrieb wurde bis im Jahre 2000 ständig aktualisiert und modernisiert und entspricht im Schmelzbereich, Formanlage, sowie auch bei der Sandaufbereitung, Kühlung, Entstaubungsanlage und Gaswäschern modernsten Anforderungen.

Bei einer Kastengröße von 900 x 550 x 200/150 mm, mit einer Leistung 210 Formen/h wurden Getriebeteile, Turbolader, Abgaskrümmer usw. für VW, OPEL und AUDI produziert

Zum Aufruf kommen:

Der gesamte Modellbau mit Universalbearbeitungsmaschinen, Cold-Box-Kernschießmaschinen Fa. RÖPER, aut. Sandmischanlage Fa. WEBAC, Gasreinigungsanlage Fa. ARASIN, KÜNKEL-WAGNER-Formanlage VARIOPRESS mit 70 Formkastenpaaren, Manipulator ANDROMAT, 5t-Gießofen Fa. JUNKER, 1,5 t-Gießvorrichtung Fa. WÖHR, Sandaufbereitung Fa. WEBAC mit Speedmullor 100 B, 100 t/h-Sandkühler, Bj 95, Wasserdosierung DATEC, Entstaubungsanlagen Fa. TORIT 150.000 und 24.000 m³/h Fa. OELDE 24.000 m³/h, kpl. Sandlabor, Spectrometer Fa. OBLF, Durchstoßglühofen Fa. LOI, Schlosserei mit versch. Universaldreh- und Fräsmaschinen, Säulenschwenkkränen, Sägen, Regalen usw.. Mehrere Gabelstapler, Fabr. LINDE, HEDEN usw., Kompressoranlage, Fabr. DEMAG-WITTIG, Bj. 95, Putzerei mit versch. manuellen Putzmaschinen, Doppelschleifböcken, Hochfrequenzwinkelschleifern Fa. FEIN, Muldenbandstrahlanlage Fa.OMSG, Bj. 97, Durchlaufstrahlanlage Fa. BERGER, mech. Bearbeitung mit ca. 12 CNC gesteuerten Fräsmaschinen, Fabr. GILDEMEISTER, Säulenbohrmaschinen, Hydraulikpressen, Schmelzbetrieb mit einem Mittelfrequenzinduktionstiegelofen, Fa. ABB, 4 t/h, neu installiert, noch nicht in Betrieb, sowie versch. gießereispezifischen Maschinen, Krane, Laufkatzen, Fabr. DEMAG, Rinnen, Silos, Fördersysteme und andere Gerätschaften, sowie Büroeinrichtung und u. v. m.

Zusätzlich versteigern wir am gleichen Tag

im Auftrag der Berechtigten die mobilen Anlagen und Einrichtungen des Gießereibetriebes

Gerhards GmbH, 58135 Hagen (D).

Zum Aufruf kommen:

Die gesamte Formanlage(Kastengröße 700 x 500 x 150/150 mm) mit 70 **Formkastenpaaren** weiteren 60 Formkästen der **Maschinenformerei**, eine **Kühl- und Auspacktrommel** Fa. KÜTTNER, eine **Entstaubungsanlage** Fa. TORIT 60.000 m³/h, eine komplette Sandaufbereitung mit **Hochleistungsmischer STG III** Fa. GRAUE, **Strahlanlagen,Kolene-E-Anlage, Werkzeugmaschinen, Silos** und **andere Gerätschaften** sowie **Büroeinrichtung** und u. v. m.

Für spezielle technische Rückfragen steht Ihnen das Ingenieurbüro Dr. Ekart Schaarschmidt Planung für Gießereien als kompetenter Berater und Fachmann zur Verfügung. Anfragen leiten wir gerne weiter.

AUSFÜHRLICHE KATALOGE KÖNNEN KOSTENLOS ANGEFORDERT WERDEN BEI:

AUKTIONSHAUS **ATH**, Tel: 0049/9407/9489-0, Fax: -948920

Am Hochbehälter 3,D- 93173 Wenzenbach

Internet: www.auktionshaus-ath.de E-mail: info@auktionshaus-ath.de

Bücher und Medien



Korrosionsschutz der Zukunft – was kommt nach der Chromatierung?

Die EU-Altautoverordnung und ihre Auswirkung auf andere Branchen.

Eugen G. Leuze Verlag, Karlstraße 4, D-88348 Bad Saulgau; ISBN 3-87480-171-3, Preis € 52,— zuzüglich Versandkosten.

Berichtsband über das 23. Ulmer Gespräch, veranstaltet vom Fachausschuss "Forschung" der Deutschen Gesellschaft für Oberflächentechnik DGO und dem VDI-Technologiezentrum. Auf diesen Berichtsband wurde im Rahmen der Sitzung des Arbeitskreises "Zinkdruckguss" am 17. Mai 2002 in Düsseldorf aufmerksam gemacht.

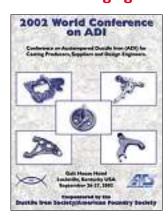
Im ersten Teil der Veranstaltung wurden die gesetzlichen Rahmenbedingungen erläutert. Dabei wurde deutlich, dass die Problematik der Reduzierung oder Substitution von sechswertigem Chrom im Korrosionsschutz auf längere Sicht gesehen nicht auf den Automobilbau beschränkt sein wird. Die EU-Altautoverordnung wird Auswirkungen auf andere Branchen haben. Die sich derzeit auf dem Markt befindenden Korrosionssysteme für Stahlbauteile, für die Leichtbauweise und die Mischbauweise, wurden vorgestellt, soweit sie die zu erwartenden Vorschriften erfüllen. In einer Podiumsdiskussion wurden diese Systeme bezüglich der zukünftigen Anforderungen bewertet. Im abschließenden Teil der Veranstaltung wurde auf chromatfreie Schutzsysteme eingegangen, die sich in unterschiedlichen F+E-Phasen befinden.

Die Hoffnung, dass durch die EU-Verordnung weltweit auf dem Gebiet des Korrosionsschutzes Maßstäbe gesetzt werden, die zu einem deutlichen Schritt in Richtung des umweltfreundlicheren Korrosionsschutzes führen, war ein wesentlicher Anlass der Veranstaltung.

Die Beiträge im Berichtsband erstrecken sich von Konsequenzen des Chrom-(VI)-Verbotes für die Architekten und die Beschlagindustrie über chromfreie Neuentwicklungen für metallische Oberflächen und die Behandlung von Aluminiumteilen und Konstruktionen in Mischbauweisen bis hin zur chromfreien Oberflächenbehandlung von Magnesiumwerkstoffen und neuen Korrosionsschutzverfahren. Die insgesamt über 20 Beiträge decken das Gebiet "Korrosionsschutz, was kommt nach der Chromatierung?" ab. Dieser Berichtsband kann allen, die sich mit Korrosionsschutz und dem

Chrom-(VI)-Verbot zu befassen haben, nur empfohlen werden.

2002 World Conference on ADI – austenitisch-ferritisches Gusseisen mit Kugelgrafit



Tagungsband der von der amerikanischen Ductile Iron Society am 26./27. September 2002 in Louisville, Kentucky, veranstalteten ADI – Informationsveranstaltung, herausgegeben vom Publications Department der American Foundry Society (AFS).

Der Band enthält ausführliche Beiträge zu folgenden Themenschwerpunkten:

Stand der ADI Metallurgie und Herstellungsverfahren/Gussteilbearbeitung/ADI-Gussteilgestaltung/derzeitige und zukünftige Anwendungspotenziale von ADI

Diese Proceedings sind sowohl als gedruckte Version (ca. DIN A 4, 150 Seiten) als auch als CD-ROM zum Preis von je US-Dollar 100,– zuzüglich Versandkosten erhältlich (pers. AFS-Mitglieder US-Dollar 75,–).

Bestellungen sind zu richten an: AFS American Foundry Society, Contact Laura Moreno, 505 State Street, Des Plaines, Illinois 60 016, USA

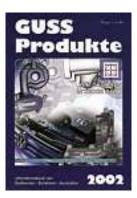
Tel.: +1 800 537 4237, Fax: +1 847 824 7848, E-Mail: Imoreno@afsinc.org Internet: www.afsinc.org/estore (AFS Online Catalog)

GUSS Produkte – Jahreshandbuch 2002 der Gießereien, Zulieferer, Ausstatter

Verlag Hoppenstedt Bonnier Produktinformationen GmbH, Havelstraße 9, D-64295 Darmstadt, Tel.: +49 (0)6151 380-0, Fax: -468 E-Mail: info@hopp.de Internet: http://www.hoppenstedt.com Format DIN A 4, 268 Seiten, Preis € 23,—. Ziel dieses Buches ist es, einerseits auf den hervorragenden technologischen Stand der Gießereibranche aufmerksam zu machen und andererseits den Gussanwendern bei der täg-

lichen Arbeit Unterstützung zu geben, insbe-

sondere den Konstrukteuren und Entwick-



lungsingenieuren der unterschiedlichsten, gussverbrauchenden Industriezweige.

Das Handbuch enthält rd. 140 Firmenprofile (überwiegend) deutscher Gießereien, ausführliche Werkstoff- und Verfahrensbeschreibungen mit Gießereihinweisen, alphabetische Verzeichnisse der Gießereien sowie der Zulieferer und Ausstatter.

Darüber hinaus enthält der informative Band aktuelle Fachbeiträge, wichtige Anschriften und Literatur-Hinweise.

Das Handbuch 2002 ist die letzte Ausgabe in gedruckter Form.

In Zukunft wird diese Produktdatenbank der deutschen Guss und Kunststoffindustrie nur mehr als "Guss und Kunststoff Online" zur Verfügung stehen:

www.produktdatenbank.de.

Diese ist bereits seit kurzer Zeit installiert und enthält ausführliche Angaben über Hersteller, Lieferanten, Aussteller, Dienstleister und Produkte beider Branchen. Daten und Fakten zu mehr als 11.000 Untermehmen sind bereits in zwei Sprachen – in Deutsch und in Englisch – abrufbar.

Das kleine QM – Lexikon – kompakt – schnell – zuverlässig

Von Norbert Hochheimer. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co KGaA, Boschstraße 12, D-69469 Weinheim, 2002, Tel: +49 (0)6201-6060, Fax: -6063 28, E-Mail: info@wiley-vch.de Internet: www.wiley-vch.de

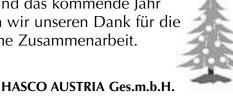
Broschiert, 228 Seiten, ISBN 3-527-30621-8, Preis € 39,90.

Das Qualitätsmanagement mit seinen verschiedenen Ausprägungen wie GLP (Good Laboratory Practice), GCP (Good Clinical Practice), GMP (Good Manufacturing Practice) oder ISO 9000 ff ist heute aus Industrie und Labor nicht mehr wegzudenken. Jeder, der in der Praxis damit zu tun hat, muss sich mit der genauen Bedeutung der QM – Fachbegriffe auseinandersetzen. Obendrein wird er mit zahlreichen Abkürzungen konfrontiert. Hier hilft das kompakte Lexikon jedem weiter, der sich schnell und präzise informieren möchte.

Der Autor, der selbst über praktische QM – Erfahrung in der Industrie verfügt, hat rd. 999 Begriffe und Abkürzungen erklärt und erläutert.

HASCO°

Mit den besten Wünschen für die Festtage und das kommende Jahr verbinden wir unseren Dank für die angenehme Zusammenarbeit.



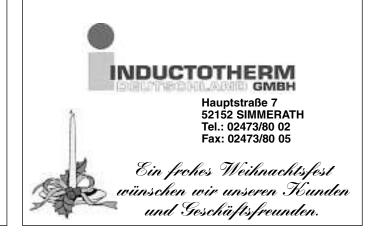
A-2353 Guntramsdorf - Industriestraße 21 Im Dezember 2002

Vielen Dank unseren Kunden und Lieferanten für die gute Zusammenarbeit!

Wir wünschen ihnen ein Frohes Fest und einen guten Rutsch in ein erfolgreiches Jahr 2003!



Ihre
Hydro Aluminium
Mandl&Berger GmbH







Frohe Weihnachtsfeiertage und ein erfolgreiches Neues Jahr wünschen wir allen Kunden und Geschäftspartnern!

Wir danken allen Kunden für das Vertrauen, das sie im vergangenen Jahr in unser Unternehmen gesetzt haben und wünschen ihnen frohe Weihnachten und ein erfolgreiches Neues Jahr!





Ges.m.b.H.

A-2700 Wr. Neustadt Neunkirchner Straße 88 Tel. (0 26 22) 64 2 00-0 Fax (0 26 22) 24 398 e-mail: sales@furtenbach.com



Das Unternehmen HEINRICH WAGNER SINTO, Bad Laaphe, Deutschland bedankt sich bei seinen Kunden in Österreich für die vertrauensvolle und konstruktive Zusammenarbeit und wünscht ihnen für das kommende Jahr alles Gute!

HEINRICH WAGNER SINTO

Maschinenlabrik GmbH

Tel.: +492752-907-0 Fax: +492752-907280 e-mail: info@wagner-sinto.de http://www.wagner-sinto.de



Liebe Freunde und Geschäftspartner!

Es war ein gutes Jahr mit Ihnen: wir haben erfolgreich, innovativ und partnerschaftlich zusammengearbeitet - dafür ein herzliches Dankeschön!

Doch das Beste kommt im nächsten Jahr: 75 Jahre Bühler Druckguss – 75 Jahre "Sternstunden". Und was wäre dieses Ereignis ohne gute Freunde? Feiern Sie mit uns – auf der GIFA in Düsseldorf. Wir freuen uns auf Sie! Auf ein erfolgreiches 2003!

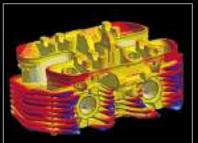
Ihr Bühler Druckguss Team

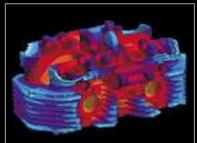
Mit herzlichen Weihnachtsgrüßen verbinden wir unseren Dank für die gute Zusammenarbeit und wünschen für das neue Jahr Glück und Erfolg!

Verlag Lorenz und Redaktion

Treffsicherheit ist Kopfarbeit.









Gehen Sie auf Nummer sicher

MAGMA setzt auf das Wissen und die Erfahrungen von Partnern aus Industrie und Universitäten weltweit.

Diese gemeinsame Zusammenarbeit begründet unseren Erfolg, da Sie sich auf die Leistungsfähigkeit unserer Produkte verlassen können.

Punktgenau und treffsicher.

MAGMA Gießereitechnologie GmbH Kackertstraße 11 D-52072 Aachen Telefon +49.(0)241.88901-0 Telefax +49.(0)241.88901-60 E-Mail info@magmasoft.de



Internet www.magmasoft.de