

Ausgabe zur
GGT 2005 / Innsbruck

Giesserei Rundschau

FURTENBACH

Der Experte in der Giesserei

- PUR Cold Box Systeme
- Hot Box Systeme
- Warm Box Systeme
- No Bake Systeme
- Schlichten
- Hilfsstoffe



state of the art

Furtenbach GmbH:

A-2700 Wr. Neustadt, Neunkirchner Straße 88
Tel.: +43/2622/64 200, Fax: +43/2622/24 398
e-mail: sales@furtenbach.com

www.furtenbach.com

Vorbildliche Bienen – Sie sind während ihrer Millionen Jahre dauernden Entwicklung zu einer perfekten Gesamtlösung gelangt. Wir eifern dem gerne nach. Unterstützt durch das Vertrauen und die Partnerschaft unserer langjährigen Kunden.

Sicherheit – Für die Vollkommenheit des Endprodukts: FOSECO bietet eine Vielzahl von kundenspezifischen Lösungen für Stahl-, Eisen- und Aluminium-Guss an – um die Sicherheit im Herstellungsprozess zu verbessern.

Qualität – In mehr als 100 Ländern werden FOSECO Produkte und Verfahren angewendet, die es ermöglichen, hochwertigen und kostengünstigen Guss zu produzieren.

Fleiß – Seit über 70 Jahren entwickelt, fertigt und vertreibt FOSECO Produkte und Verfahren, die die Produktionsleistung in Gießereien gezielt steigern.

Ordnung – Alles zur richtigen Zeit am richtigen Ort: FOSECO hat in den Industrieländern ein lückenloses Service-netz mit mehr als 30 Niederlassungen aufgebaut.

Mehr über FOSECO und unseren Anspruch, durch innovative und umweltgerechte Lösungen die Qualität Ihrer Gussstücke zu erhöhen und Ihre Herstellungskosten zu senken, erfahren Sie unter **www.foseco.de** oder wählen Sie **+49 (0)2861 83-0**.



Wir freuen uns auf den Dialog mit Ihnen.

DEN GIESSEREIEN VERPFLICHTET

Schmelzebehandlung

Filtration

Speisertechnik

Schichten

Bindemittel

Feuerfestprodukte

Impressum

Medieninhaber und Verleger:
VERLAG LORENZ

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

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

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

Redaktionelle Mitarbeit und
Anzeigenleitung:
Irene Esch +43 (0)1 405 66 95-17
e-mail: giesserei@verlag-lorenz.at

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

Abonnementverwaltung:
Mag. Heide Darling +43 (0)1 405 66 95-15

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

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

Erscheinungsweise: 6x jährlich

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

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

VÖG Giesserei Rundschau

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

INHALT

FURTENBACH ist der einzige öster-
reichische Hersteller von Bindemittel und
Schlichten. Das Produktspektrum umfasst
Furanharze, Cold-Box-Systeme, Hot-Box-
Systeme, Wasser- und Alkoholschlichten
sowie viele weitere Hilfsstoffe.

In ganz Europa werden Furtenbach-Pro-
dukte von führenden Gießereien zur
vollsten Zufriedenheit eingesetzt. Inten-
sive Forschungstätigkeit und hohe Qua-
litätsstandards, gepaart mit langjähriger
Erfahrung sind Garant für innovative und
erfolgreiche Produkte.

Besuchen Sie uns im Internet unter:
<http://www.furtenbach.com>



GGT 2005 54

– **Willkommensgruß an die Tagungs-Teilnehmer**
– **Die „schwarzen Mander“ zu Innsbruck**

BEITRÄGE 60

– **Oxidhauteinfluss auf die Schwingfestigkeit von
Druckgussbauteilen**
– **CORDIS – das anorganische Kernbindersystem**
– **Rotor-Entgasung von Aluminiumschmelzen**
– **Sauerstoffeinsatz bei Schmelzprozessen**
– **Zur Entwicklung der Notauffanggrube**
– **Neue Diamantschleifscheibe zum Gussputzen und Entgraten**

PROFILE 92 Guss Komponenten GmbH
ADAcast GmbH

**INTERNATIONALE
ORGANISATIONEN** 94 Mitteilungen der World Foundrymen Organization
WFC 06 Harrogate / GB – Call for Papers

AKTUELLES 96 Firmennachrichten
Aus dem ÖGI
Interessante Neuigkeiten

**TAGUNGEN/
SEMINARE/MESSEN** 104 Veranstaltungskalender

**VÖG-VEREINS-
NACHRICHTEN** 106 Mitgliederbewegung
Personalia

LITERATUR 108 Bücher und Medien
Statistik der Welt-Gussproduktion 2003

Willkommensgruß

an die Teilnehmer der Grossen Giessereitechnischen Tagung im Congress Innsbruck



Die österreichischen Mitveranstalter der Grossen Giessereitechnischen Tagung in Innsbruck freuen sich, dass nach einer längeren Pause in diesem Jahr wieder ein „Dreiländertreffen der Gießer“ Wirklichkeit wird. Initiator zu diesem Schritt war Herr Dr.-Ing. Gotthard Wolf (VDG) und ihm sei an dieser Stelle dafür herzlich gedankt. Die große Akzeptanz schon im Vorfeld unterstreicht die Richtigkeit dieses Schrittes, in gewissen zeitlichen Abständen gemeinsame Tagungen zu veranstalten, was auch in Zukunft geschehen sollte.

Neu bei dieser Tagung ist die Einbindung des Newcast-Forums „Konstruieren mit Gusswerkstoffen“ der Messe Düsseldorf. Wir begrüßen diese Ergänzung sehr; denn damit wird auch die immer notwendiger werdende engere Bindung zu unseren Kunden, den Gussanwendern, dokumentiert und gefestigt. Wir alle wissen um die Wichtigkeit des Dialogs zwischen den Gießern und den Konstrukteuren in der Entwicklungs-, aber auch in der Optimierungsphase von Gussbauteilen. Eine Tagung wie diese, in entspannter Atmosphäre und einem angenehmen Umfeld, noch dazu erweitert durch eine Leistungsschau innovativer Gusskonstruktionen, kann diesen Dialog nur fördern.

Wir freuen uns, dass Innsbruck als Ort dieser Begegnung gewählt wurde. Eine Stadt, die ihren Namen „Innspruke“ vom Brückenschlag über den Fluss Inn bekommen hat. Möge ein ähnlicher Geist des Brückenbauens in diesen Tagen zwischen den Gießern, ihren Kunden und ihren Zulieferanten sowohl im Kongresshaus als auch in der Dogana, beim traditionellen „Giessertreffen“, herrschen.

Der Vorstand des Vereins österreichischer Gießereifachleute, Vorstand und Mitarbeiter des Österreichischen Gießerei-Institutes und der Gießereilehrkanzel an der MUL heißen alle Teilnehmer der Tagung herzlich willkommen und wünschen Ihnen interessante, anregende und angenehme Tage in Innsbruck.

Glück auf!

M. Zimmermann

Hj. Dichtl

P. Schumacher

E. Nechtelberger

Die „Schwarzen Mander“ in der Hofkirche zu Innsbruck am Grabdenkmal Kaiser Maximilians I.

The „Black Guys“ around the Thomb of Emperor Maximilian I. in the Court-Church of Innsbruck



Bild 1: Grabmal Kaiser Maximilians I. in der Hofkirche Innsbruck.

(Bild 32), umgeben von 28 überlebensgroßen bronzenen Prunkfiguren – einer internationalen Versammlung selbstbewusster Herrscherpersönlichkeiten – sowie 23 kleinen Heiligenfiguren (auf der rückwärtigen Empore) und 21 Kaiserbüsten.

Die Geschichte des Grabmals Kaiser Maximilians I. beginnt mit den Bronzestatuen, während der Kenotaph und die Kirche erst lange nach dem Tod des Kaisers von seinem Enkel Kaiser Ferdinand I. errichtet und unter seinem Urenkel Ferdinand II. erst vollendet wurden. Maximilian verstarb am 12.1.1519 im 60. Lebensjahr in Wels/OÖ und liegt unter dem Altar der Burgkapelle der Burg zu Wr.Neustadt/NÖ begraben.

Der Plan seines Grabmals stammt von Kaiser Maximilian (Bild 3) selbst. Mit Maximilian I. – „dem letzten Ritter“ – dem Sohn Friedrichs III. und der Eleonore von Portugal, betrat das Haus Habsburg 1459 die europäische Bühne. Er war der Begründer des habsburgischen Imperiums, das er durch Heiraten („Bella gerant alii, tu felix Austria nube ... Andere mögen Kriege führen, du glückliches Österreich heirate ...“) und Erbschaften ausbauen konnte: 1477 Burgund (Niederlande, Belgien und Ostfrankreich), 1516 Spanien und Neapel, 1515 Ungarn und Böhmen.

Getragen von hohem Majestätsbewusstsein und vom unerschütterlichen Glauben an die göttliche Sendung des Hauses Habsburg



Bild 3: Kaiser Maximilian I. (1459/1519), gemalt von Albrecht Dürer.

Aus Anlass der Großen Gießereitechnischen Tagung 2005, die am 21./22. April d.J. im Innsbrucker Congress als Gemeinschaftsveranstaltung Deutschlands, der Schweiz und Österreichs stattfinden wird, sei auf ein besonderes Kleinod der Tiroler Landeshauptstadt Innsbruck verwiesen, das uns an die hohe Gießerkunst des 16. Jahrhunderts in diesem Raum erinnert. Es handelt sich um das Grabdenkmal (Bild 1) Kaiser Maximilians I. (1459 bis 1519) in der Hofkirche (Bild 2) zu Innsbruck.

Dieses größte Kaiserdenkmal des Abendlandes, das 1502 begonnen und an dem 82 Jahre lang gearbeitet wurde, besteht aus dem Kenotaph mit dem knienden Kaiser auf dem Hochgrab

betrachtete Maximilian die Erneuerung des karolingischen, ottonischen und staufischen Imperiums als seine edelste Aufgabe; als erstrebenswertes Ziel schwebte ihm die Schaffung einer christlichen Staatenfamilie unter seiner Führung vor. Ohne Zweifel damals eine politische Utopie, aber charakteristisch für das keine Grenzen kennende Denken des Kaisers.

Heute, 500 Jahre später, ist die europäische Staatenfamilie in der Europäischen Gemeinschaft auf friedlichem Wege Wirklichkeit geworden.

Vor 500 Jahren, als mit dem magischen Jahr 1500 das Goldene Zeitalter anbrach – am 15. März 1493 war Christof Kolumbus aus dem gerade entdeckten Amerika zurückgekehrt und hatte in Europa den wildesten Goldrausch der Geschichte ausgelöst – wetteiferten Papst und Kaiser, die sich als Herrscher der Welt fühlten, u.a. in einem Wettlauf im Vergolden. Beide, Maximilian in Innsbruck und der Borgiapapst Alexander VI. in Rom, glaubten Unsterblichkeit zu erlangen als jene Herrscher, die die Christenheit in das verheißene Goldene Zeitalter führen. Maximilian vollendete 1500 sein goldenes Prunkdach über einem besonderen Erker in Innsbruck mit allen seinen Machtsymbolen und der Papst vergoldete die riesige Kassettendecke von Santa Maria Maggiore.

Mit seinem Grabmal wollte Maximilian das größte Denkmal für das Kaisertum schaffen, das nur dem Haus Habsburg aufgrund seiner Herkunft und seiner Tugenden zustehen sollte.

Der Standort Innsbruck war zu dieser Zeit des Kaisers bevorzugte Residenzstadt und stieg bis 1500 zur Reichshauptstadt auf. Im Gebäude des Prunkerkers mit dem Goldenen Dachl (Bild 4) wurde die Schatzkammer, das erste zentrale Finanzministerium, eingerichtet, besetzt mit den von Maximilian I. nach burgundischem Vorbild ausgebildeten Beamten.

Kaum bekannt ist, dass in direkter Konkurrenz zum größten Monument der europäischen Kaisergeschichte auch am größten Monument der Papstgeschichte gearbeitet wurde. 1505 gab in Rom der Borgianachfolger Papst Julius II. den Auftrag für das größte Grabmal der Papstgeschichte, ein Hochgrab, umgeben von wichtigen Gestalten der Kirchengeschichte, unter der Kuppel des Petersdomes. Für dieses ehrgeizige Projekt in Rom wurde aber nur eine einzige Figur fertiggestellt, der Moses des Michelangelo.

Während über das eigentliche Grabmal bis zu des Kaisers Tod keine genaue Vorstellung bestand, hatte er das Programm seines Totengeleites bereits um 1500 festgelegt.



Bild 2: Die Hofkirche zu Innsbruck.



Bild 4: Prunkerker mit „Goldenem Dachl“.



Bild 5: Gotenkönig Theoderich (454/526), Nr. 5 in Bild 34/35.

34 Büsten der römischen Kaiser sollten die Kontinuität und Legitimität der Kaiserwürde seit der Antike bezeugen. Die Statuetten von 100 Heiligen des Hauses Habsburg und seiner Verwandtschaft sollten zeigen, dass kein anderes Geschlecht so viele Heilige aufzuweisen habe, und damit das Anrecht der Habsburger auch von kirchlicher Seite begründet sei. Schließlich sollten 40 überlebensgroße Statuen der Ahnen dem toten Kaiser das Ehrengelicht geben. Unter diesen Ahnen waren auch Cäsar als Begründer und Karl der Große als Erneuerer der Kaiserwürde vorgesehen, sowie die Heerkönige Theoderich (454/526) (**Bild 5**) und Chlodwig (465/511) (**Bild 6**) als Vorläufer im germanischen Bereich (Maxi-

milian nannte sich *als erster Imperator Germaniae*) und als christliche Herrscher.

Die Ahnenreihe der Habsburger sollte mit Graf Albrecht IV. († 1239/40) (**Bild 7**) und seinem Sohn, König Rudolf I. (1218/91) (**Bild 8**), beginnen und über Maximilians Großeltern (Herzog Ernst d. Eiseme (1377/1424) (**Bild 9**) u. Gattin Zimburgis v. Masovien († 1429) (**Bild 10**)) und Eltern (Kaiser Friedrich III. (1415/93) (**Bild 11**), Mutter Eleonore v. Portugal befindet sich nicht unter den ausgeführten Statuen) auch die Tiroler Nebenlinie umfassen (**Bilder 12 bis 16**). Von den Gemahlinnen des Kaisers sollten Maria von Burgund (1457/82) (**Bild 17**) und ihre Ahnen (**Bilder 18, 19**) den Erwerb Burgunds und den Vorstoß ans Weltmeer, und Maria Bianca Sforza von Mailand (1472/1511) (**Bild 20**) den Anspruch des Kaisers auf Italien vorstellen. Sein Sohn Philipp der Schöne (1478/1506) (**Bild 21**), dessen Gemahlin Juana v. Spanien (1479/1555) (**Bild 22**) und deren Vater, König Ferdinand der Katholische von Aragon (1452/1516) (**Bild 23**) sind Zeugen des Erwerbes von Spanien. Für die Kreuzzugspläne des Kaisers steht Gottfried von Bouillon († 1100) (**Bild 24**), der Kreuzfahrerkönig von Jerusalem.

Des weiteren wurden noch ausgeführt: Albrecht I. (1248/1308), Sohn des Rudolf v. Habsburg (**Bild 25**), Leopold III. der Heilige (1095/1136) (**Bild 26**), Albrecht II. der Weise (1298/1358) (**Bild 27**), König Ferdinand v. Portugal († 1383) (**Bild 28**), ein Vorfahre der Mutter Maximilians, König Albrecht II. (1397/1439) (**Bild 29**), Elisabeth v. Ungarn, (1396/1443) (**Bild 30**), Gemahlin Albrechts II. und Margarete v. Österreich (1480/1530) (**Bild 31**), die Tochter Maximilians. In der Mitte der großen Runde befindet sich auf dem marmornen Kenotaph der in Bronze gegossene knieende Kaiser Maximilian I. (**Bild 32**).



Bild 6: Frankenkönig Chlodwig (465/511), Nr. 1 in Bild 34/35.

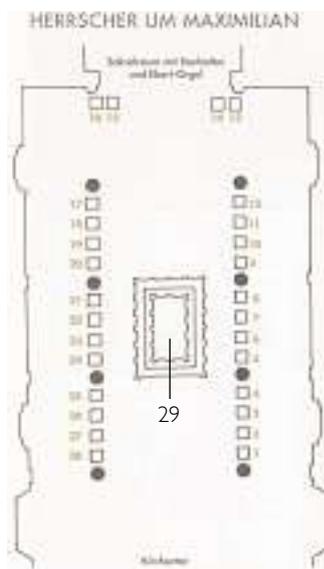


Bild 34: Aufstellungsplan der Bronzestatuen in der Hofkirche zu Innsbruck.

Insgesamt handelt es sich nicht sosehr um eine Trauerversammlung, sondern um ein politisches Denkmal des Anspruches des Hauses Habsburg auf seine damalige Führerstellung in Europa.

Die Verwirklichung dieses Programmes machte Schwierigkeiten, da außerhalb Italiens so große Bronzestatuen noch nie gegossen worden waren. 1502 wurde der Maler Gilg (Egidius) Sesselschreiber in München mit den Entwürfen der großen Ahnenfiguren beauftragt. Nach dessen Zeichnungen fertigte der Bildschnitzer, wahrscheinlich der Schwiegersohn Sebastian Häusserer, originalgroße Holzmodelle. Diese wurden auseinander geschnitten, mit Lehm und Wachs überzogen, aus Bronze und Messing hohl gegossen und dann mit Verstärkung durch Eisenstäbe zusammengeschweißt. Dieses umständliche Verfahren und die mangelnde Gießpraxis brachten Verzögerungen mit sich. Von 1508 bis 1518 entstanden nur 7 unvollständige Statuen. Dies hatte Maximilian schon 1513 bewogen, die Statuen Artus (**Bild 33**) und Theoderich (**Bild 5**) beim berühmten Nürnberger Gießer Peter Vischer in Auftrag zu geben und den Landshuter Bildhauer Hans Leinberger nach einer Zeichnung Albrecht Dürers mit dem Guss Graf Albrechts IV. (**Bild 7**) zu beauftragen, der aber misslang. 1518 übernahm der aus Nürnberg stammende Gießer Stefan Godl anstelle Sesselschreibers in Innsbruck den Auftrag für die großen Statuen und stellte sie jeweils im ganzen Stück nach der Methode des verlorenen Gusses ohne Holzmodell her. In der Folge haben er und sein Modellierer Leonhard Magt 18 Statuen vollendet. Trotz perfektem Guss wirken ihre Statuen steifer als die von Sesselschreiber.

Godls Tod 1534 und die finanziellen Schwierigkeiten König Ferdinands I. als Erfüller des Testamentes seines Großvaters Maximilian ließen die Arbeit bis 1548 ruhen. In einer letzten Anstrengung sollten noch 10 Statuen gegossen werden.

Ein Team mit neuen Ideen der Hochrenaissance – der Maler Christof Amberger aus Augsburg, der Modellierer Veit Amberger aus Brixen und der Gießer Gregor Löffler in Innsbruck – wurde berufen. Löffler aber goß dann nur eine Statue, den König Chlodwig (**Bild 6**), so dass 1550 die Arbeiten für die Ahnenfiguren eingestellt wurden. Von den 40 geplanten sind nur 28 entstanden, die aber trotzdem das größte Kaiserdenkmal aller Zeiten bilden. Die Figuren wurden zuerst aus Mangel eines geeigneten Kirchenraumes in einem Bilderhaus deponiert und erst um 1563 in der dafür erbauten Hofkirche mit abgeschlossenem Franziskanerkloster aufgestellt (**Bilder 34 u. 35**).

	Größe in cm	Gegossen	Erwurf	Bildschnitzer	Gießer
1. Chlodwig der Frankenkönig	244,20	1500		V. A.	G. L.
2. Philipp der Schöne, Sohn Maximilians	272,20	1516	G. S.		G. S.
3. Rudolf von Habsburg	225,00	1516/17	G. S.		G. S.
4. Albrecht II., der Weise	238,00	1528	G. S.		St. G.
5. Theoderich der gotenkönig	210,80	1513	A. D.	H. L.?	P. V.
6. Ernst der Eiseme, Großvater Maximilians	242,00	1516	G. S.		G. S.
7. Ferdinand von Portugal, Vorfahre der Mutter Maximilians	239,00	1509	G. S.		P. L.
8. König Artus von England	211,50	1513	A. D.	H. L.?	P. V.
9. Sigmund der Münzreiche, Sohn Friedrichs	235,00	1523/24	J. K.	L. M.	St. G.
10. Bianca Maria Sforza, 2. Gemahlin Maximilians	220,30	1525	U. T.	L. M.	St. G.
11. Margarete, Tochter Maximilians	223,80	1522	U. T.	L. M.	St. G.
12. Zimburgis von Masovien, Gemahlin Ernst des Eisernen	231,80	1516	G. S.		G. S.
13. Karl der Kühne von Burgund, Schwiegervater Maximilians	225,60	1525/26	G. S., J. K.	L. M.	St. G.
14. Philipp der Gute von Burgund, Vater Karl des Kühnen	225,30	1521	G. S., J. K.	L. M.	St. G.
15. Johanna die Wahnsinnige, Gemahlin Philipps des Schönen	221,00	1527?	G. S., J. K.	L. M.	St. G.
16. Ferdinand der Katholische, Vater Johannas der Wahnsinnigen	227,00	1530/31	H. P.	L. M.	St. G.
17. Kurigunde, Schwester Maximilians	208,00	1516/17	G. S.		G. S.
18. Elisabeth, Tochter des Grafen Meinhard von Tirol	212,00	1516	G. S.		G. S.
19. Maria von Burgund, 1. Gemahlin Maximilians	218,80	1516	G. S.		G. S.
20. Elisabeth von Ungarn, Gemahlin Albrechts II.	222,80	1530	H. P.?	L. M.	St. G.
21. Gottfried von Bouillon, König von Jerusalem	227,00	1533	H. P.	L. M.	St. G.
22. Albrecht I., Sohn Rudolf von Habsburg	228,50	1527	H. P.?	L. M.	St. G.
23. Friedrich IV., mit der leeren Tasche	240,00	1523/24	U. T.	L. M.	St. G.
24. Leopold III., der Fromme	235,50	1519	J. K.	L. M.	St. G.
25. Graf Albrecht von Habsburg, Vater Rudolfs von Habsburg	229,80	1517	A. D.	H. L.	St. G.
26. Leopold der Heilige, der Babenberger	235,00	1520	J. K.	L. M.	St. G.
27. Friedrich III., der Vater Maximilians	230,00	1523/24	G. S., J. K.	L. M.	St. G.
28. Albrecht II.	243,60	1525	G. S., H. P.	L. M.	St. G.
29. Kaiser Maximilian	157,00	1554	A. Colin	L. Duce	St. G.

Bild 35: Angaben zur Herstellung der Bronzestatuen.



Bild 7: Graf Albrecht IV.v. Habsburg († 1239/40), Nr. 25 in Bild 34/35.



Bild 8: König Rudolf I. v. Habsburg, Sohn Albrechts IV., Nr. 3 in Bild 34/35.



Bild 9: Herzog Ernst d. Eiserne v. Österreich, Großvater Maximilians I., Nr. 6.



Bild 10: Herzogin Zimburgis v. Masovien, Gattin Ernst d.E., Nr. 12.



Bild 11: Kaiser Friedrich III., Vater Maximilians, Nr. 27.



Bild 12: u. 13: Herzog Leopold III. d. Biedere (1349/86), Nr. 24. Herzog Friedrich IV. m.d. leeren Tasche (1382/1439), Nr. 23.



Bild 14: Erzherzog Sigmund der Münzreiche (1427/96), Nr. 9.



Bild 15: Königin Elisabeth v. Görz – Tirol, Nr. 18.



Bild 16: Herzogin Kunigunde v. Bayern, Schwester Maximilians, Nr. 17.



Bild 17: Herzogin Maria v. Burgund, !. Gattin Maximilians, Nr. 19.



Bild 18 u. 19: Herzog Philipp d. Gute v. Burgund, Nr. 14. Herzog Karl d. Kühne v. Burgund, Nr. 13.



Bild 20: Kaiserin Maria Blanca Sforza, 2. Gattin Maximilians, Nr. 10.



Bild 21: König Philipp d. Schöne, Sohn Maximilians, Nr. 2.



Bild 22 u. 23: Königin Juana v. Spanien, Nr. 15. König Ferdinand der Katholische v. Aragon, Vater Juanas, Nr. 16.



Bild 24 u. 25: König von Jerusalem Gottfried v. Bouillon, Nr. 21. König Albrecht I. (1248/1308), Sohn Rudolfs v. Habsburg, Nr. 22.



Bild 26: Markgraf Leopold III. d. Heilige, der Babenberger, Nr. 26.



Bild 27: Herzog Albrecht II. d. Weisse, Nr. 4.



Bild 28: König Ferdinand v. Portugal, Nr. 7.



Bild 29: König Albrecht II. (1397/1439), Nr. 28.



Bild 30: Königin Elisabeth v. Ungarn (1396/1443), Gattin Albrecht II. Nr. 20.



Bild 31: Erzherzogin Margaretha v. Österreich, Tochter Maximilians, Nr. 11.



Bild 32: Kaiser Maximilian I., knieend auf seinem Kenotaph, Nr. 29.



Bild 33: König Artus v. England (6. Jhdt.), Nr. 8.

Die Bronzefiguren waren 1816 mit schwarzer Ölfarbe „konserviert“ worden. Dieser Anstrich ist 1882 nach einem „Patinakrieg“ von Restauratoren wieder entfernt worden. Aus dieser Zeit werden die Statuen von den Tirolern wohl auch liebevoll „Schwarze Mander“ genannt, obwohl auch 8 Frauen darunter sind.

Einen Besuch dieser „Schwarzen Mander“ am Rande der Großen Gießereitechnischen Tagung oder auch zu jedem anderen Zeitpunkt zur stillen Bewunderung der hohen handwerklichen Kunst unserer Gießerkollegen des 16. Jahrhunderts – vor 500 Jahren! – empfiehlt

Ihr Erich Nechtelberger

Weiterführende Literatur

- 1) Gerhard Sperl: Neues zu den „Schwarzen Mandern“ – Werkstoffkunde zu den gegossenen Figuren des 16. Jhdts. in der Innsbrucker Hofkirche. Giesserei Rundschau 50 (2003) Nr. 11/12, S.266/270.
- 2) Otto Knitel: Die Gießer zum Maximiliangrab – Handwerk und Technik. Eigenverlag O. Knitel, Innsbruck, 30x21,5 cm, 214 Seiten, zahlreiche S/W-Fotos. Restexemplare erhältlich bei der Tageskasse des Tiroler Volkskunst Museums, Preis: € 36,-.
- 3) Christoph Haidacher u. Dorothea Diemer: Maximilian I. – Der Kenotaph in der Hofkirche zu Innsbruck, Hsg. Kuratorium d. Hofkirche-Erhaltungsfonds, Haymon Verlag, Innsbruck – Wien 2004, 29x29 cm, 228 Seiten, Preis: € 69,-.
- 4) Norbert Hölzl: Das Goldene Zeitalter – Der Traum Kaiser Maximilians 1502 – 2002, Verlag Edition Tirol, 1. Aufl. 2001, 28,5x22 cm, 128 Seiten, Preis: € 25,-.
- 5) Elisabeth Scheicher: Das Grabmal Kaiser Maximilians I. in der Innsbrucker Hofkirche. Sonderdruck aus: Österreichische Kunsttopographie, Band XLVII, Die Kunstdenkmäler der Stadt Innsbruck, Die Hofbauten, Verlag Anton Schroll & Co, Wien 1986, Preis: € 6,-.
- 6) Erich Egg: Das Grabmal Kaiser Maximilians I. – Hofkirche Innsbruck, vier-sprachig (D/E/F/I), 21x19 cm, 60 Seiten, Kunstverlag Hofstetter, Ried i.L., 2. Aufl. 1993, Preis: € 6,-.
- 7) Vinzenz Oberhammer: Die Bronzestandbilder des Maximiliangrabes in der Hofkirche zu Innsbruck, Innsbruck 1935.

Die Buchveröffentlichungen 2) bis 6) können u.a. bei der Tageskasse des Tiroler Volkskunst Museums, Eingang Hofkirche, A-6020 Innsbruck, Universitätsstraße 2, Tel.: +43 (0)512 584302, Fax: 584302 70, erworben werden. Die Bilder sind den Literaturstellen 3, 4 u. 6 entnommen bzw. wurden vom Tiroler Volkskunstmuseum freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Hierfür sei Frau Dr. Herlinde Menardi besonders herzlich gedankt.



wir bereiten den Rohstoff auf...

**QUARZSAND ALS
FORMGRUNDSTOFF
ZUR VERWENDUNG
IN FORM- UND
KERNVERFAHREN.**

**SELEKTIVER ABBAU,
MODERNSTE AUF-
BEREITUNGSTECHNIK
UND HÖCHSTE
PRÜFSTANDARDS
GARANTIEREN DIE
GLEICHBLEIBENDE
QUALITÄT UNSERER
PRODUKTE.**

WWW.

Quarzwerke.at

QUARZWERKE ÖSTERREICH GMBH. TEL: 02752/58040-0 E-MAIL: OFFICE@QUARZWERKE.AT

Abschätzung der tolerierbaren Oxidhautgröße in schwingend belasteten Druckgussbauteilen

Assessment of Tolerable Alumina Skins in Die Cast Components under Cyclic Loading.



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

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



Prof. Dr.-Ing. Cetin Morris Sonsino studierte an der Technischen Universität Darmstadt (TUD) Maschinenbau und ist seit 1973 wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fraunhofer-Institutes für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt. Er promovierte 1982 auf dem Gebiet „Kaltverformung und Kurzzeitschwingfestigkeit“ an der TU Darmstadt. Seit 1990 hat er an der Universität des Saarlandes, Saarbrücken, und seit 2002 an der TU Darmstadt einen Lehrauftrag über „Betriebsfestigkeit – Bauteilgebundenes Werkstoffverhalten“.

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



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

Dipl.-Ing. Dr. mont. Hans-Peter Gänser, Jahrgang 1970, Studium des Montanmaschinenwesens und Promotion an der Montanuniversität Leoben. Nach Tätigkeiten als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der École des Mines de Paris und als Forschungsingenieur bei der Hilti AG seit 2003 Universitätsassistent am Institut für Allgemeinen Maschinenbau der Montanuniversität Leoben.



Zusammenfassung

Rissartige Fehler wie Oxidhäute und Lunker stellen für zyklisch belastete Bauteile ein bisweilen schwer kalkulierbares Risiko dar. Dabei sind neben der Größe der Fehlstelle in erster Linie ihre Position im Bauteil und die dort herrschende Spannung von Bedeutung. Ein Berechnungsmodell zur Abschätzung kritischer Oxidhautgrößen in Abhängigkeit von der lokalen Bauteilbelastung wird deshalb vorgestellt. Das präsentierte Modell stützt sich auf Methoden der linearelastischen Bruchmechanik und versteht sich als Werkzeug für den Berechnungsingenieur und Gießer, um in der Phase der Bauteilauslegung Qualitätsrichtlinien hinsichtlich tolerierbarer Fehlergrößen im Gussbauteil abzuschätzen. Die Implementierung des Modells in die FE-Rechnung ermöglicht die Anwendung auf beliebige Bauteilstrukturen. Ein Vergleich der Berechnungsergebnisse mit Ergebnissen aus Versuchen an ungekerbten Proben bestätigt die Genauigkeit des vorgestellten Modells.

Summary

Crack shaped defects like alumina skins and blowholes show a sometimes hardly calculable risk for components under cyclic loading. Beside the size of the defect, primarily its position in the component and the local stress are of importance. Therefore, a calculation model for the evaluation of critical alumina skin dimensions as a function of the local component load is introduced. The presented model uses methods from linear-elastic fracture mechanics. It is intended as a tool for the engineer and foundry man to estimate quality specifications concerning the size of tolerable defects during the phase of component design. Implementation of the model in a finite element software allows the application to any component structure. A comparison of the model's results with experimental data, obtained by testing un-notched specimens, confirms the accuracy of the introduced model.

I. Einleitung

Fahrzeugkomponenten aus Leichtmetallen, wie Fahrwerks- und Karosserieteile oder gesamte Motorblöcke, sind typische Beispiele für die Bemühungen der Automobilindustrie, durch die richtige Wahl von Werkstoff, Herstellverfahren und Geometrie ein kosten- und gewichtsoptimales Bauteil zu erzeugen. Häufig wird bei der Verarbeitung von Leichtmetallen auf das Gießen zurückgegriffen. Besonders der Druckguss hat mit all seinen Vor- und Nachteilen in den letzten Jahren kontinuierlich an Bedeutung gewonnen. Die Herstellbarkeit komplexer Strukturen in nur einem Arbeitsschritt sowie die geringen Teilkosten bei hoher Stückzahl rechtfertigen den Vormarsch dieses Fertigungsverfahrens im Fahrzeugbau. Der Druckguss ist jedoch auch durch wandstärkenabhängige Festigkeit, Einschränkungen in der Materialwahl sowie verfahrensbedingte Werkstoffinhomogenitäten in Form von Poren, Lunkern und Oxidhäuten gekennzeichnet. Die besondere Herausforderung besteht darin, diese Werkstoffinhomogenitäten entweder zu verhindern oder bei der Auslegung zu berücksichtigen. Probleme bei der Abschätzung der zyklischen und statischen Belastbarkeit bereiten besonders die Oxidhäute.

Fehlstellen in Gussbauteilen können die Festigkeit massiv beeinträchtigen und zu einem nicht vorhersehbaren Versagen von Komponenten führen. Aus diesem Grund wird seit einiger Zeit intensiv an Modellen geforscht, welche den Einfluss von Poren, Lunkern und Oxidhäuten [1]-[7] auf die Schwingfestigkeit von Gusswerkstoffen zu beschreiben versuchen.

Dieser Bericht beschäftigt sich speziell mit dem Einfluss von Oxidhäuten auf die Lebensdauer von Al-Druckgusserzeugnissen. An Hand zweier verschiedener Legierungen soll untersucht werden, ob das Schädigungsverhalten von Oxidhäuten mit Methoden der Bruchmechanik beschrieben werden kann.

2. Motivation

Bei Anlauf einer Serienproduktion oder Änderung gewisser Fertigungsparameter wird der Berechnungsingenieur häufig vor die Frage gestellt, welche Fehlergrößen im Rahmen der Qualitätssicherung als zulässig eingestuft werden können. Speziell bei rissartigen Fehlstellen, wie sie Oxidhäute und teilweise Lunker darstellen, kann sich die Einschätzung solcher Fehler als sehr schwierig erweisen. Die Erfahrung zeigt, dass häufig jene Fehler, die durch rationale Überlegungen als nicht tolerierbar eingestuft werden, sich im Versuch als unkritisch erweisen, während als zu vernachlässigend eingestufte Fehlstellen schlussendlich zum Versagen des Bauteils führen. Größere Fadenlunker, die aufgrund ihrer räumlichen Ausprägung bei der Röntgenprüfung sichtbar werden, sind ein Beispiel für solche Fehler. Hohe finanzielle und technologische Aufwendungen sind notwendig, um den Fertigungsprozess so zu modifizieren, dass derartige Fehlstellen in den betreffenden Bauteilen ausgeschlossen werden. Versuche an solch fehlerbehafteten Bauteilen belegen jedoch, dass häufig die als unzulässig eingestuften Fehler letztendlich am Bauteilversagen vollkommen unbeteiligt sind. Dies ist oft damit zu begründen, dass die Beanspruchung in den betreffenden Bereichen derart gering ist, dass trotz einer erheblichen Werkstoffinhomogenität das Versagen an anderen, wesentlich ungünstiger belasteten Stellen auftritt. Ein Modell, das auf Basis von numerisch berechneten lokalen Bauteilbelastungen eine Rissfortschrittsbetrachtung durchführt, kann dem Ingenieur behilflich sein, eine Aussage über tolerierbare und nicht tolerierbare Fehlergrößen in gewissen Bauteilbereichen zu treffen. Darüber hinaus wird damit dem Gießer bereits im Vorfeld der Serienproduktion eine detaillierte Qualitätsvorschrift vorgelegt.

3. Betrachtung von Oxidhäuten als Risse im Bauteil

3.1. Allgemeines

Um den Einfluss von Werkstoffinhomogenitäten auf die Schwingfestigkeit zu untersuchen, wurden im Laufe der Zeit unzählige Wöhlerkurven von Gusswerkstoffen mit unterschiedlichsten Eigenschaften und Porositätsgraden ermittelt. Die Versuchsergebnisse zeigen meist sehr hohe Streuungen, welche nicht immer nur durch das Vorhandensein von Poren erklärt werden können. Verschiedene Untersuchungen von Bruchflächen [7] [8] belegen, dass bei jenen Versuchspunkten, welche stark vom sonstigen Streuband abweichen, nicht selten eine Oxidhaut als Versagensursache identifiziert werden kann.

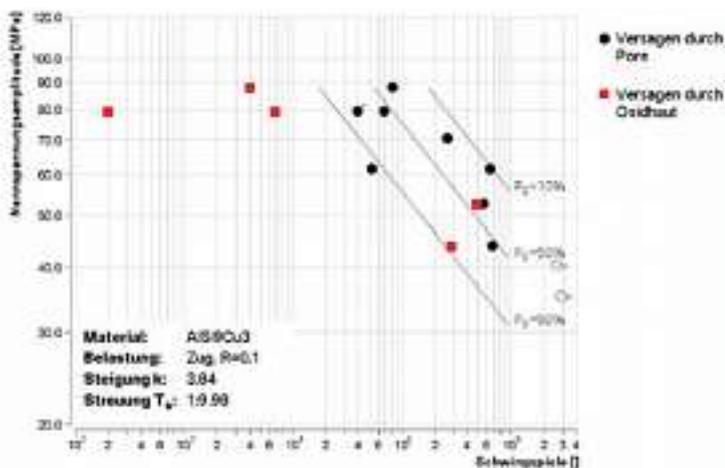


Abb. 1: Gegenüberstellung porenbehafteter und oxidbehafteter Proben.

Abb. 1 zeigt eine Zeitfestigkeitslinie und das zugehörige Streuband, ermittelt auf Basis der Versuchspunkte, bei denen ein Versagen aufgrund von Porosität festgestellt wurde. Ihr gegenübergestellt sind jene Versuchspunkte, bei denen die Probe infolge von Risswachstum, ausgehend von einer Oxidhaut, versagt. Mit einer Ausnahme befinden sich diese an der Grenze oder außerhalb des Streubandes. Diese

Erkenntnis lässt darauf schließen, dass im Falle einer Oxidhaut mit einem gänzlich anderen Schädigungsverlauf zu rechnen ist, als dies bei Poren der Fall ist.

Die meisten bisher aufgestellten Modelle zur Berücksichtigung der Porosität bedienen sich rein spannungsmechanischer Überlegungen. Diese Betrachtungsweise stellt sich für Oxidhäute als ungünstig dar, da aufgrund ihrer rissförmigen Ausprägung und den damit verbundenen sehr kleinen Kerbradien eine lineare Berechnung zu nahezu unendlichen Kerbspannungen führen würde.

Dasselbe Problem ist aus der Bruchmechanik bekannt [10-12]. So liegt es nahe, sich dieses Werkzeug zur Erstellung eines geeigneten Modells zur Berücksichtigung von Oxidhäuten und rissartigen Fehlern zu Nutze zu machen.

3.2. Bruchmechanische Überlegungen

Betrachtet man eine Oxidhaut unter dem Lichtmikroskop, so wird ersichtlich, dass es sich dabei im Wesentlichen um eine rissartige Trennung des Werkstoffes handelt. Für die Bauteilauslegung stellt sich die Frage, wie oft man einen derartigen Riss mit einer bestimmten Spannung belasten kann, bis das Bauteil infolge der Ausbreitung des Risses versagt. Diese Fragestellung versucht die Bruchmechanik zu beantworten. Abhängig von der Riss- und Bauteilgeometrie sowie der Belastung unterteilt sich die Bruchmechanik in mehrere Teilbereiche. Aus Gründen der besseren Transparenz und einfacheren Handhabbarkeit beschränken sich die folgenden Überlegungen auf das Gebiet der linearelastischen Bruchmechanik.

Der Gültigkeitsbereich der linearelastischen Bruchmechanik wird begrenzt durch die Größe der so genannten plastischen Zone vor der Risspitze im Verhältnis zur Risslänge. Wie sich später noch zeigen wird, führt diese Annahme beim vorliegenden Fall zu hinreichend genauen Ergebnissen.

Grundlage für die Betrachtung von zyklischen Belastungen mit Hilfe der linearelastischen Bruchmechanik ist das von Paris [13] formulierte Rissfortschrittgesetz. Dieses in Gl.1 dargestellte Gesetz liefert einen Zusammenhang zwischen dem Rissfortschritt pro Lastwechsel da/dN und der Bauteilbelastung, die durch den laut Gl.2 definierten Spannungsintensitätsfaktor K berücksichtigt wird. Die als Paris-Konstanten bekannten Werte C und m sind in erster Linie werkstoffabhängig, zeigen zudem jedoch auch eine starke Abhängigkeit vom Spannungsverhältnis R .

$$\frac{da}{dN} = C \Delta K^m \quad \text{Gl.1}$$

$$\Delta K = \Delta S \sqrt{a} \pi Y_{(a)} \quad \text{Gl.2}$$

Aus Gl.2 ist ersichtlich, dass die Bauteilbelastung im Wesentlichen von der Schwingbreite der Spannung ΔS und der Risslänge a abhängt, wobei für ΔS lediglich die den Riss öffnenden Zugspannungen ausschlaggebend sind. Der Faktor $Y_{(a)}$ stellt einen Geometriefaktor dar, der die Bauteilabmessungen im Verhältnis zur Risslänge berücksichtigt. Bei der Herleitung von ΔK werden unendliche Bauteilabmessungen vorausgesetzt. Es gibt mehrere Modifikationen des Paris-Gesetzes, welche unter anderem den Einfluss von R berücksichtigen. Vorerst wird auf diese nicht zurückgegriffen, wobei aber zu bemerken ist, dass diese Modifikationen auf das hier vorgestellte Modell angewendet werden können.

3.3. Herleitung eines Modells zur Abschätzung kritischer Oxidhautgrößen

Der Rissfortschritt pro Lastwechsel, wie ihn das Paris-Gesetz liefert, ist für den Berechnungsingenieur keine große Hilfe bei der Bewertung von Oxidhäuten. Die für ihn relevante Fragestellung bezieht sich auf die ursprüngliche Größe zulässiger Fehler. Wie groß darf eine Oxidhaut sein, um bei vorgegebener Belastung nicht vor der geforderten Lebensdauer zu einem Bauteilversagen zu führen? Um diese

Frage zu beantworten, muss in einem ersten Schritt das Parisgesetz durch Kombination von Gl.1 und Gl.2 umgeformt werden, wie in Gl.3 dargestellt.

$$\frac{da}{dN} = C (\Delta S \sqrt{a} \pi Y_{(a)})^m \Rightarrow N = \frac{1}{C \Delta S^m \pi^{\frac{m}{2}} Y_{(a)}^m} \int_{a_0}^{a_c} \frac{da}{a^{\frac{m}{2}}} \quad \text{Gl.3}$$

Auf diesem Wege lässt sich ein direkter Zusammenhang zwischen Risslänge und Lastwechselzahl herstellen. Die Integrationsgrenzen a_0 und a_c stellen jenen Bereich dar, in dem sich der Riss während N Lastwechseln bei einer Spannung von ΔS ausbreitet. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass ein im Bauteil vorhandener Riss der anfänglichen Länge a_0 bei einem Spannungsniveau von ΔS nach N Lastwechseln die kritische Risslänge a_c erreicht. Während die Anfangsrisslänge a_0 der ursprünglichen Größe der Oxidhaut entspricht, lässt sich die kritische Risslänge a_c nach Gl.4 über den Werkstoffkennwert K_C berechnen. K_C entspricht jenem Spannungsintensitätsfaktor, bei dem das stabile Risswachstum in eine instabile Rissausbreitung übergeht und das Bauteil infolge dieser versagt.

$$\Delta K_c = \Delta S \sqrt{a_c} \pi Y_{(a)} \rightarrow a_c = \left(\frac{\Delta K_c}{\Delta S Y_{(a)} \sqrt{\pi}} \right)^2 \quad \text{Gl.4}$$

Nicht die Lebensdauer in Form ertragbarer Lastwechsel, sondern eine hinsichtlich der lokalen Belastung zulässige Fehlergröße ist die gewünschte Zielgröße. Es bietet sich daher an, das Integral in Gl.3 aufzulösen und nach a_0 umzuformen, um so die zulässige Oxidhautgröße zu errechnen. Ein Problem bereitet dabei der Geometriefaktor $Y_{(a)}$, der eine meist sehr komplizierte, von a abhängige Gleichung darstellt und sich dadurch der Möglichkeit einer analytischen Integration entzieht. Es muss daher eine Vereinfachung getroffen werden. $Y_{(a)}$ ist eine Funktion, die in erster Linie von der Art des Risses abhängig ist. In der Literatur [14] sind unzählige Rissformen wie Eckenrisse, Innenrisse oder Oberflächenrisse in verschiedensten Konfigurationen definiert. Für den Fall der Oxidhäute scheint es sinnvoll, sich auf Innenrisse (Abb. 3 rechts) und Oberflächenrisse (Abb. 3 links) zu beschränken. Die entsprechenden Geometriefaktoren können in Anlehnung an [15] ermittelt werden.

Es wird dabei sehr schnell klar, dass sich der Wert des Geometriefaktors nur wenig ändert, wenn man die Risslänge in einem Bereich von wenigen Zehntel Millimetern bis hin zu druckgusstypischen Wandstärken von 5 mm variiert.

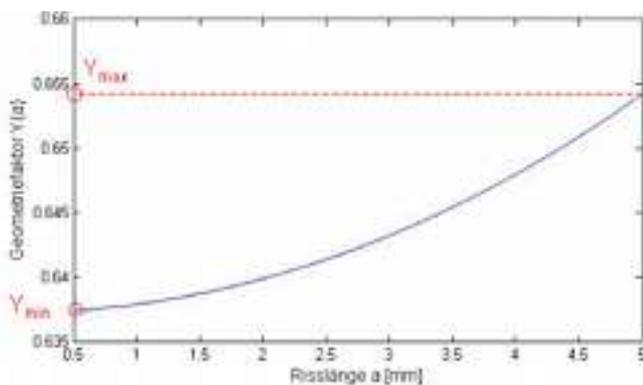


Abb. 2: Abhängigkeit des Geometriefaktors von der Risslänge.

In **Abb. 2** ist ersichtlich, dass sich der für einen Innenriss berechnete Geometriefaktor bei einer Änderung der Risslänge von 0.5 mm auf 5 mm nur um etwa 2% ändert. Dasselbe gilt für einen Oberflächenriss. Somit kann die Vereinfachung getroffen werden, dass $Y_{(a)}$ konstant ist, wodurch sich das Integral in Gl.3 sehr leicht lösen lässt. Als Näherung für $Y_{(a)}$ kann der Mittelwert aus den Geometriefaktoren für a_0 und a_c verwendet werden. Dieser liegt für einen Oberflächenriss bei etwa $Y_{(a)} = 1$, während er für einen Innenriss bei etwa $Y_{(a)} = 0.65$ liegt.

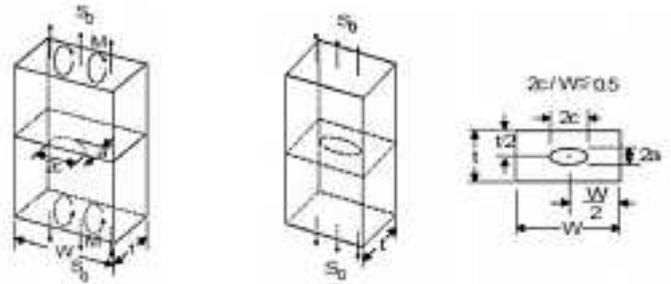


Abb. 3: Modellvorstellung eines Oberflächenrisses (links) und eines Innenrisse (rechts) [16]

Setzt man also $Y_{(a)} = Y = \text{konstant}$, berechnet das Integral und löst die Gl.3 nach a_0 auf, so erhält man die in Gl.5 angegebene Funktion $a_0(N, \Delta S, Y, a_c, m, C)$:

$$a_0 = \left(\frac{2a_c \left(1 - \frac{m}{2}\right) + N C \Delta S^m \pi^{\frac{m}{2}} (m-2) Y}{2} \right)^{\frac{1}{1-\frac{m}{2}}} \quad \text{Gl.5}$$

Mit Hilfe der Gl.5 lässt sich nun die gesuchte kritische Anfangsgröße der Oxidhaut berechnen.

Für einfache Geometrien, wie dies z.B. bei Zugproben der Fall ist, kann die im Bauteil wirkende Spannung sehr einfach berechnet werden. Schwieriger wird dies, wenn man an reale Bauteilstrukturen denkt. Die dort meist herrschende Biegebelastung führt zu einer inhomogenen Spannungsverteilung im Bauteil, was bezogen auf Gl.5 bedeutet, dass an jedem Punkt in einem Bauteil eine andere Oxidhautgröße zulässig ist. Ist die Belastung sehr klein, sind die zulässigen Fehlergrößen dementsprechend groß. Dies ist auch die Begründung für die eingangs erwähnte Erkenntnis, dass in manchen Bauteilen große Werkstoffinhomogenitäten keinen Einfluss auf die Bauteillebensdauer haben.

Eine zusätzliche Erschwernis kommt hinzu, wenn man bedenkt, dass die Orientierung und die Geometrie einer Oxidhaut ebenfalls den Wert von a_0 beeinflussen können. So wird z.B. eine Oxidhaut, die in Belastungsrichtung liegt (Abb. 4 links), kaum ein Risswachstum zeigen, während dieses im Fall einer Oxidhaut, die normal zur Belastungsrichtung liegt (Abb. 4 rechts), ein Maximum annimmt.

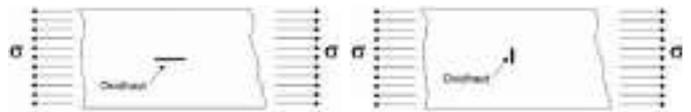
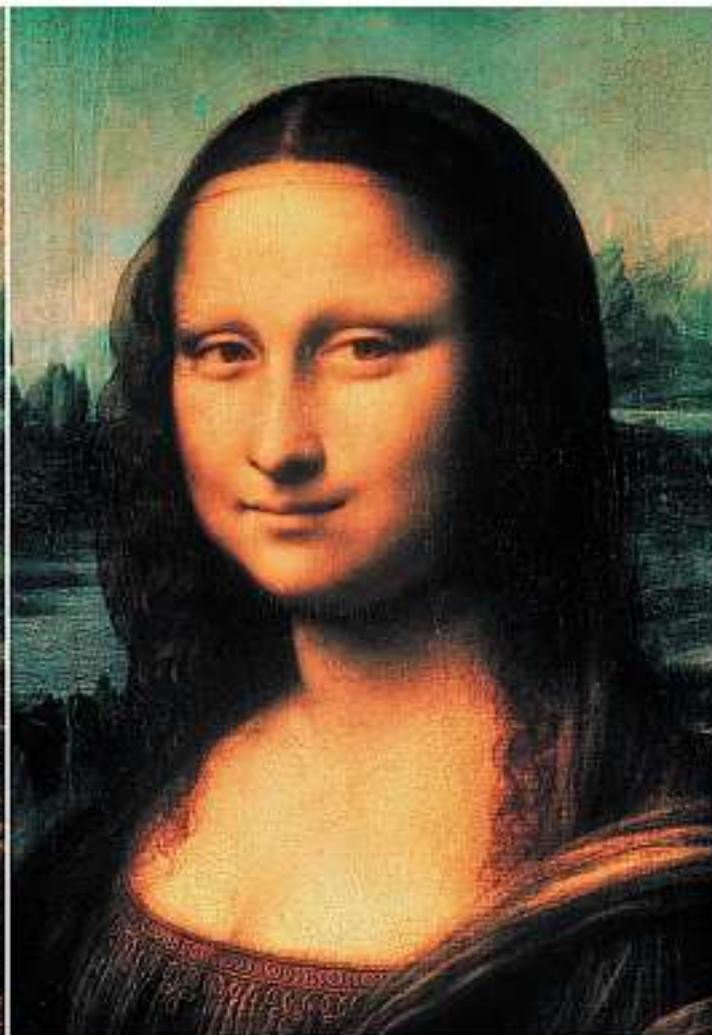
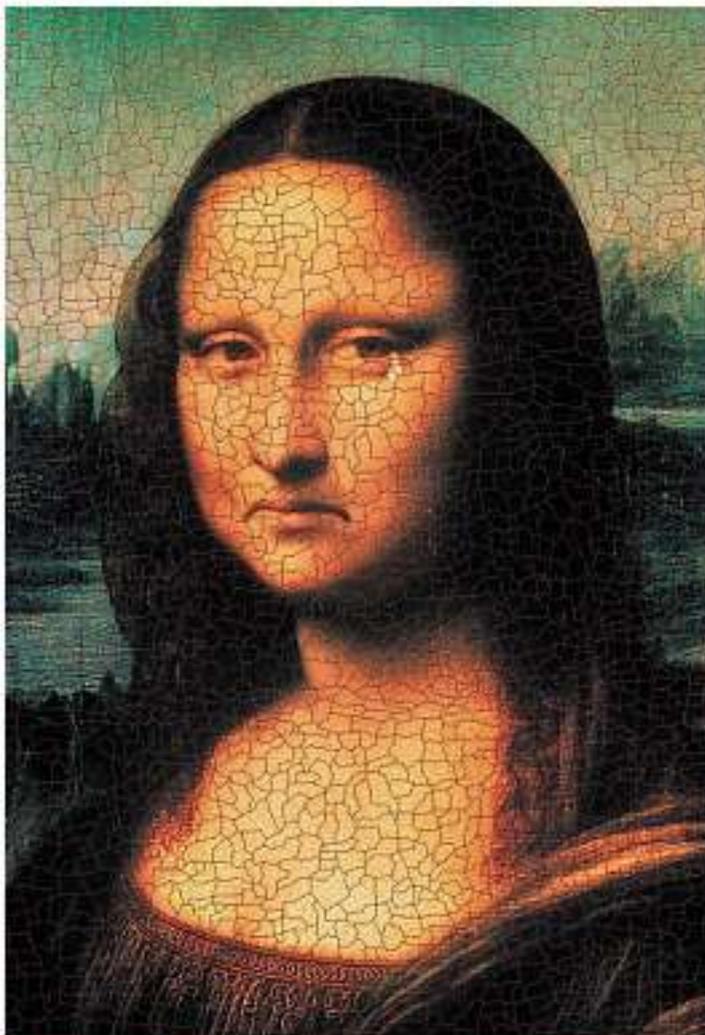


Abb. 4: Oxidhaut in Spannungsrichtung (links) und normal zur Spannungsrichtung (rechts)

Auch zeigt eine ellipsenförmige Oxidhaut ein wesentlich anderes Wachstumsverhalten, als dies im Fall einer kreisrunden Ausprägung der Fall ist. Der Grund hierfür kann sehr einfach aus der Berechnung des Geometriefaktors hergeleitet werden. Eine Reduktion der variablen Größen scheint daher sinnvoll.

Geht man bei der Berechnung davon aus, dass die Oxidhaut normal zur ersten Hauptspannung liegt und ihre Geometrie in etwa einem Kreis entspricht, so bildet man damit die ungünstigste Konfiguration ab. Die mit diesen Parametern errechnete zulässige Anfangsrisslänge a_0 wird einen Minimalwert annehmen. Für den Ingenieur bedeutet dies, er kann Fehler der Größe a_0 in den betreffenden Bauteilbereichen akzeptieren, ohne dabei ein Risiko hinsichtlich der Bauteillebensdauer einzugehen.

Es sei an dieser Stelle bemerkt, dass die Annahme eines kreisrunden Risses eine starke Vereinfachung darstellt, da sich in einem inhomogenen Spannungsfeld, wie dies im Fall einer Biegebelastung vorliegt, der Riss nicht kreisrund ausbreiten wird. In der Realität wird sich der Riss in Bereichen höherer Spannung, z.B. an der Bauteiloberfläche, schneller ausbreiten und somit sehr schnell eine elliptische Ausprägung →



RISSE KÖNNEN IHR LÄCHELN BEEINTRÄCHTIGEN ...

... DAS MUSS NICHT SEIN.

Eine von BÖHLER weiterentwickelte Vakuumschmelztechnologie sowie Legierungs-
optimierungen sorgen für höchsten Reinheitsgrad und Zähigkeit bei den Stählen.

Konkret bedeutet dies eine erhebliche Verbesserung der Brandrissebeständigkeit und
Wärmeleitfähigkeit. Eigenschaften die Ihrem Werkzeug den **Lebenszyklus wesentlich
verlängern** und die **Werkstückkosten reduzieren**.

BÖHLER W400
VMR®



Werkzeug aus BÖHLER W400 VMR



Standardwerkzeug aus 1.2343 ESU

gung annehmen. Die Mittelung des Geometriefaktors (**Abb. 2**) sowie die angenommene ungünstige Form und Orientierung des Risses kompensieren diesen Einfluss jedoch in ausreichendem Maße.

3.4. Berechnung der zulässigen Oxidhautgröße in einer Biegeprobe

Das in Kapitel 3.3 hergeleitete Modell muss in eine FE-Rechnung implementiert werden, um so auch die Anwendung auf komplizierte Strukturen zu gewährleisten. Dazu muss ein Script verfasst werden, welches die im Rahmen einer linearelastischen FE-Analyse berechneten ersten Hauptnormalspannungen für jeden Knoten ausliest und zur knotenweisen Berechnung von a_0 verwendet. Die Position der Knoten ist dabei von großer Bedeutung, da für Knoten an der Bauteiloberfläche der Geometriefaktor für einen kreisförmigen Oberflächenriss verwendet werden muss. Den restlichen Knoten wird der Geometriefaktor für kreisförmige Innenrisse zugewiesen. Im oberen Teil der **Abb. 5** sind die ersten Hauptnormalspannungen in einer 3-Punkt-Biegeprobe dargestellt.

Wie nicht anders für eine Biegeprobe zu erwarten, sind etwa 50% der

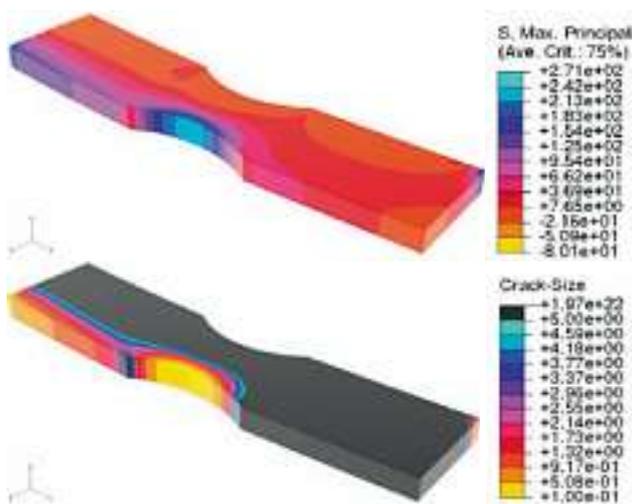


Abb. 5: Erste Hauptnormalspannung (oben) und zulässige Oxidhautgröße (unten) in der Probe B09-25

Biegeprobe mit Zugspannungen belastet, die zur Bauteilmitte hin abnehmen und schließlich in Druckspannungen übergehen. Wie bereits erläutert wurde, leisten diese Druckspannungen keinen Beitrag zum Rissfortschritt, da sie den Riss nicht öffnen. Dementsprechend können rein theoretisch Oxidhäute im Druckbereich eine beliebige Größe einnehmen. Natürlich sind jedoch Oxidhäute, die einen Großteil der Querschnittsfläche einnehmen, auch in diesem Bereich nicht zu tolerieren.

Im unteren Bereich der **Abb. 5** sind die Ergebnisse der Berechnung der zulässigen Oxidhautgröße auf Basis der ermittelten Spannungen zu sehen. In den oberflächennahen Gebieten des zugbelasteten Bereichs, wo laut linearer FE-Analyse Spannungen von über 250 MPa zu finden sind, können nach den Ergebnissen des verwendeten Modells demnach nur jene Oxidhäute toleriert werden, die kleiner als 0.1 mm sind. Mit abfallender Spannung zur Bauteilmitte hin nimmt die zulässige Oxidhautgröße zu. In einem Großteil des Bauteils wären laut Berechnung, aufgrund der geringen oder sogar negativen Spannung, Oxidhäute mit einer Größe von über 5 mm zulässig.

Es wird ersichtlich, dass nur ein sehr kleiner Bereich der Probe kritisch auf Oxidhäute reagiert. Diese Werte gelten im vorliegenden Fall für eine Lebensdauer von $N = 5.000$ Lastwechseln, die für diese Probe im Versuch erreicht wurde. In der Praxis

wird der Berechnungsingenieur jene Lebensdauer verwenden, welche durch die Qualitätsvorschriften vorgegeben ist.

Allgemein stehen die gewonnenen Erkenntnisse im Einklang mit dem im Bauteilversuch gefundenen Phänomen, dass sehr große Werkstoffinhomogenitäten oftmals keinen gravierenden negativen Einfluss auf die Bauteillebensdauer zeigen.

4. Bewertung des abgeleiteten Modells

Die getroffenen Annahmen stellen den Worst-Case dar. Durch den Vergleich mit Versuchsdaten soll nun geklärt werden, ob die berechneten Werte diesem Anspruch gerecht werden. Zudem soll die Genauigkeit des Modells durch die Verwendung von versuchstechnisch gewonnenen exakten Eingabeparametern überprüft werden.

4.1. Verwendete Werkstoffe

Die Bewertung des vorgestellten Modells soll auf Basis der beiden Druckgusslegierungen GD- $AlSi9Cu3$ und GD- $AlSi10MgMnFe$ erfolgen, deren statische Festigkeitskennwerte in **Tab. 1** dargestellt sind.

Bei der Legierung GD- $AlSi9Cu3$ handelt es sich um eine untereutektische Mehrstofflegierung, die sich durch gutes Fließvermögen, gute Warmrissbeständigkeit sowie hohe Festigkeit bei und über Raumtemperatur auszeichnet. Sie wird unter anderem für Pumpen- und Getriebegehäuse verwendet.

Die als AURAL2[®] bekannte Legierung GD- $AlSi10MgMnFe$ ist eine naheeutektische Mehrstofflegierung. Durch hohe Festigkeit und vor allem hohe Bruchdehnung, welche durch eine spezielle Wärmebehandlung erreicht werden, ist diese Legierung speziell zur Verwendung für crashrelevante Struktur- und Fahrwerksbauteile geeignet.

Im Gegensatz zu Al-Knetlegierungen liegen für Al-Gusslegierungen generell nur sehr wenige bruchmechanische Kennwerte vor. Dies ist darin begründet, dass Knetlegierungen sehr häufig im Flugzeugbau verwendet werden, wo seit langem auf bruchmechanische Methoden zur Bauteilauslegung zurückgegriffen wird. Bereiche wie z.B. der Fahrzeugbau, wo Al-Gusslegierungen häufig verwendet werden, beginnen dagegen erst langsam, den Rissfortschritt als Auslegungskriterium einzuführen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden daher für mehrere Al-Druckgusslegierungen bruchmechanische Kennwerte ermittelt [17].

Die Legierungen werden dazu in einem speziellen Verfahren poren- und oxidhautfrei vergossen, um tatsächliche Werkstoffkennwerte zu ermitteln. Ein Auszug aus diesen Ergebnissen für ein Spannungsverhältnis von $R = 0$ ist in **Tab. 2** dargestellt.

4.2. Versuchsdurchführung

Zur Kalibrierung eines Modells, welches den Rissfortschritt ausgehend von Oxidhäuten beschreibt, bedarf es einer großen Anzahl von Proben, die auf Grund einer Oxidhaut versagen. Da das gezielte Einbringen solcher Oxidhäute an definierten Stellen beim Druckguss kaum möglich ist, musste eine Vielzahl an Schwingversuchen durch-

Werkstoff	Handelsname	Wärmebehandlung	R_m [MPa]	$R_{p0.2}$ [MPa]	Bruchdehnung A_5 [%]
GD- $AlSi9Cu3$	---	Gusszustand	240	140	0.5
GD- $AlSi10MgMnFe$	AURAL 2	Alutherm [®]	205	135	17

Tab. 1: Statische Festigkeitskennwerte für eine Wandstärke von 4 mm

Werkstoff	Handelsname	Wärmebehandlung	C [-]	m [-]	ΔK_{th} [MPa m ^{0.5}]	ΔK_C [MPa m ^{0.5}]
GD- $AlSi9Cu3$	---	Gusszustand	1.15×10^8	4.0	2	8.2
GD- $AlSi10MgMnFe$	AURAL2	Alutherm [®]	1.2×10^8	3.8	2.5	12.9

Tab. 2: Bruchmechanische Kennwerte für $R = 0$ [17]

Material	Proben-Nr.	Typ	Belastung	ΔS_{nenn} [MPa]	R	K_t	N [-]	$a_{0,gem}$ [mm]
GD-AISI10MgMnFe	824	IR	Zug	193	0.1	1	8400	1.17
GD-AISI10MgMnFe	845	OR	Zug	147	0.1	1	623700	0.09
GD-AISI9Cu3	B09-025	OR	Biegung	220	0.1	1	5044	0.64
GD-AISI9Cu3	B09-040	OR	Biegung	209	0.1	1	49018	0.40
GD-AISI9Cu3	B09-037	IR	Biegung	187	0.1	1	84486	0.99
GD-AISI9Cu3	AF 3	OR	Zug	158	0.1	1	6800	0.70
GD-AISI9Cu3	AN 4	OR	Zug	150	0.1	1	200	1.39
GD-AISI9Cu3	AF 6	OR	Zug	71	0.1	1	478900	1.17
GD-AISI9Cu3	AF 9	OR	Zug	83	0.1	1	284700	1.34
GD-AISI9Cu3	AF 15	OR	Zug	167	0.1	1	4000	0.85

Tab. 3: Versuchsdaten oxidhautbehalteter Proben

geführt werden, um eine ausreichende Anzahl an Referenzproben zu erhalten. Im Rahmen einer Untersuchung zur Bewertung des Einflusses von Poren auf die Schwingfestigkeit [8] an den genannten Legierungen wurden etwa 160 Werkstoffproben im Einstufenversuch getestet. Die Entnahme der Proben erfolgte aus Druckgussbauteilen, welche speziell zur Untersuchung des Einflusses von Werkstoffinhomogenitäten auf die Betriebsfestigkeit konstruiert wurden. Das Versuchsprogramm umfasste Zug-Schwellversuche ($R = 0.1$, 40 Hz) und Biege-Schwellversuche ($R = 0.1$, 8 Hz), welche jeweils an ungekerbten Proben mit Kerbfaktor $K_t = 1$ durchgeführt wurden. Etwa 10% der getesteten Proben wiesen bei der nachträglichen Untersuchung der Versagensursache einen Oberflächenriss (OR) oder Innenriss (IR) in Form einer Oxidhaut auf. In **Tab. 3** sind die Versuchsdaten sowie die Abmessungen der gefundenen Oxidhäute für einige dieser Proben aufgelistet.

Die Bestimmung des Oxidhauradius $a_{0,gem}$ erfolgt nach dem in [4] vorgeschlagenen Prinzip des flächengleichen Durchmessers. Dabei wird ausgehend von der Fläche einer Fehlstelle (**Abb. 6 Mitte**) jener Radius berechnet, der einem Kreis gleicher Fläche entsprechen würde. Diese Verallgemeinerung erleichtert die Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

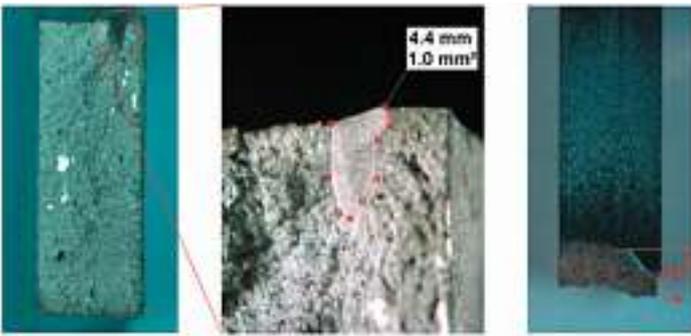


Abb. 6: Oberflächenriss in Form einer Oxidhaut in Biegeprobe B09-25

4.3. Vergleich zwischen Simulation und Versuch

In **Abb. 6** ist die Oxidhaut in Probe B09-25 dargestellt. Ihre Fläche beträgt etwa 1 mm^2 , woraus sich nach [4] ein gemessener Oxidhauradius von $a_{0,gem} = 0.64 \text{ mm}$ ergibt. Wie in **Tab.3** angegeben, wurde die Probe mit einer Biegeennspannung von $S_{0,nenn} = 220 \text{ MPa}$ belastet. Diese im oberen Teil der **Abb. 5** dargestellte Belastung verursachte nach $N = 5.000$ Lastwechseln ein Versagen des Bauteils. Im unteren Bereich der **Abb. 5** ist die Verteilung der Oxidhautgröße ersichtlich, die für diese Lastwechselzahl und die aus der FE-Rechnung gefundene Spannungsverteilung zulässig ist. Beim Vergleich der Ergebnisse wird klar, dass der berechnete Wert $a_{0,ber} = 0.16 \text{ mm}$ vom gemessenen Wert $a_{0,gem} = 0.64 \text{ mm}$ weit abweicht. Der berechnete Wert ist

aufgrund der oben genannten Modellvereinfachungen zwar konservativ, jedoch ist die Abweichung zum Versuchsergebnis für eine Validierung des entwickelten Modells zu groß.

Daher bleibt nun die Frage nach der Genauigkeit der Abschätzung. Um diese zu überprüfen, muss der Input der Berechnung an die tatsächlichen Gegebenheiten angepasst werden. Besonderes Augenmerk muss dabei auf die Spannung gelegt werden, welche die Rissöffnung tatsächlich verursacht. Diese entspricht entgegen der Modellvorstellung nicht der ersten Hauptnormalspannung. Vielmehr wird der Riss, wie in **Abb. 7** dargestellt, durch die



Abb. 7: Berechnung der rissöffnenden Spannung

zur Oxidhaut normale Spannungskomponente $s_{x,eff}$ der Biegespannung s_x geöffnet. Diese wird nach Gl.6 berechnet:

$$\sigma_{x,eff} = \sigma_x \cos(\alpha) \tag{Gl.6}$$

Im Fall einer linearelastischen Betrachtung entspricht die Biegespannung s_x der Biegeennspannung $S_{0,nenn}$. Wie aus **Abb. 6** entnommen werden kann, beträgt der Winkel α im Fall der Probe B09-25 etwa 45° , wodurch sich $s_{x,eff} = 155 \text{ MPa}$ ergibt. Ersetzt man in der Berechnung der zulässigen Oxidhautgröße die Spannung aus der FE-Rechnung am Oberflächenknoten durch diesen Wert, so erhält man $a_{0,ber} = 0.72 \text{ mm}$. Die Abweichung zwischen $a_{0,ber}$ und $a_{0,gem}$ beträgt nun nur mehr 0.08 mm . Führt man diese Berichtigung der Inputparameter für alle angegebenen Proben durch, so erhält man die in **Tab. 4** dargestellte Gegenüberstellung von Mess- und Berechnungsergebnis.

Auch in den restlichen Fällen scheint das Modell die Realität sehr gut abzubilden. Wie **Abb. 8** zeigt, gibt es unabhängig davon, ob es sich um eine Biege- oder Zugprobe handelt, oder ob ein Oberflächen- bzw. Innenriss untersucht wurde, nur geringfügige Abweichungen zwischen Simulation und den tatsächlich gemessenen Werten. Besonders wenn man bedenkt, dass man sich durch die hohen Probenbelastungen teilweise weit im plastischen Bereich befindet, ist das verwendete Modell, welches nur auf die linearelastische Bruchmechanik zurückgreift, erstaunlich exakt. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die konservative Abschätzung auf Basis der höheren Hauptnormalspannung ein verlässliches Ergebnis liefert.

Material	Proben-Nr.	Typ	$S_{0,nenn}$ [MPa]	α [°]	$\sigma_{x,eff}$ [MPa]	$a_{0,gem}$ [mm]	$a_{0,ber}$ [mm]
GD-AISI10MgMnFe	824	IR	193	0	193	1.17	1.22
GD-AISI10MgMnFe	845	OR	147	40	110	0.09	0.11
GD-AISI9Cu3	B09-025	OR	220	45	156	0.64	0.72
GD-AISI9Cu3	B09-040	OR	209	55	148	0.40	0.31
GD-AISI9Cu3	B09-037	IR	187	55	106	0.99	1.03
GD-AISI9Cu3	AF 3	OR	158	20	148	0.70	0.67
GD-AISI9Cu3	AN 4	OR	150	30	130	1.39	1.16
GD-AISI9Cu3	AF 6	OR	71	25	64	1.17	1.11
GD-AISI9Cu3	AF 9	OR	83	40	64	1.34	1.31
GD-AISI9Cu3	AF 15	OR	167	35	137	0.85	0.90

Tab. 4: Gegenüberstellung von Mess- und Berechnungsergebnis

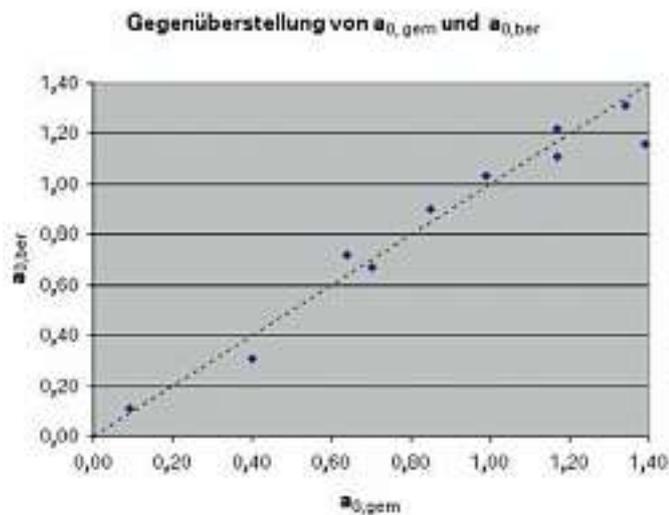


Abb. 8: Vergleich von berechneter und gemessener Oxidhautgröße

5. Ausblick

Wie der Vergleich zwischen Versuch und Berechnung zeigt, ist die Bewertung von Oxidhäuten mit den Methoden der linearelastischen Bruchmechanik mit ausreichender Genauigkeit durchführbar. Das hier entwickelte Modell lässt sich jedoch in der vorgestellten Form vorerst nur für Einstufenbelastungen und ein bestimmtes, vorgegebenes Spannungsverhältnis anwenden. Dies ist für die Bewertung typischer Bauteile nicht ausreichend. Durch die Verwendung von Modifikationen des Parisgesetzes lässt sich die Verwendbarkeit in einem nächsten Schritt auf beliebige Spannungsverhältnisse ausdehnen. Eine Adaption des Modells zur Anwendung auf Blocklasten wird derzeit entwickelt und ermöglicht damit in Verbindung mit einer vorhergehenden Lastdaten-Klassierung auch die Betrachtung von stochastisch belasteten Bauteilen. Um eine universelle Anwendbarkeit zu gewährleisten, muss jedoch in erster Linie mit der intensiven Ermittlung von bruchmechanischen Kennwerten für die häufig verwendeten Gusslegierungen begonnen werden, da diese die Basis des Modells darstellen.

Neben der Betrachtung von rissartigen Fehlern darf auch der Einfluss der Porosität auf die Lebensdauer von Gussbauteilen nicht vernachlässigt werden. Es liegt daher nahe, Methoden zu qualifizieren, welche die gemeinsame Berücksichtigung dieser beiden Fehlerklassen ermöglichen. Ergebnisse dazu sollen in Kürze veröffentlicht werden.

Verwendete Formelzeichen

- a Risslänge
- a_0 anfängliche Risslänge
- $a_{0,ber}$ berechnete anfängliche Risslänge (zulässige Oxidhautgröße)
- $a_{0,gem}$ gemessene anfängliche Risslänge (gemessene Oxidhautgröße)
- a_c kritische Risslänge
- A_5 Bruchdehnung
- C Paris-Konstante
- k Steigung der Wöhlerlinie
- K Spannungsintensitätsfaktor
- K_t Kerbfaktor
- ΔK_C kritische Schwingbreite des Spannungsintensitätsfaktors
- ΔK_{th} Schwellwert des Spannungsintensitätsfaktors für Risswachstum
- ΔK Schwingbreite des Spannungsintensitätsfaktors
- m Paris-Konstante
- N Schwingspielzahl
- $P_{\bar{U}}$ Überlebenswahrscheinlichkeit
- R Spannungsverhältnis
- R_m Zugfestigkeit
- $R_{p0.2}$ Dehngrenze
- $S_{0,nenn}$ Spitzenwert der Nennspannung
- ΔS Effektive Schwingbreite der Spannung

- T_N Streuung in der Lebensdauer
- $Y_{(a)}$ Geometriefaktor
- α Winkel der Oxidhaut zur Belastungsrichtung
- σ_x Biegespannung
- $\sigma_{x,eff}$ Spannungskomponente normal zur Oxidhaut

Literaturverzeichnis

- [1] G. Zhang, C.M. Sonsino
Einfluss der Porosität auf die Schwingfestigkeit von Proben und Bauteilen aus Aluminiumdruckguss
Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vol. 35 (2004) Nr.3, S. 125-134
- [2] G. Zhang, C.M. Sonsino
Porosität und Schwingfestigkeit von Proben und Bauteilen aus Aluminiumdruckguss
DVM-Bericht „Betriebsfestigkeit – Neue Entwicklungen bei der Lebensdauerberechnung von Bauteilen“ 2003 in Fulda, S. 81 - 93
- [3] J.-Y. Buffière, S.Savelli, P.H. Jouneau, E. Maire, R.Fougères
Experimental Study of Porosity and Its Relation to Fatigue Mechanisms of Model Al-Si7-Mg0.3 Cast Al Alloys
Materials Science and Engineering, Vol. 316 (2001) Nr. 1-2, S. 115-126
- [4] Y.X. Gao, J.Z. Yi, P.D. Lee, T.C. Lindley
The Effect of Porosity on the Fatigue Life of Cast Aluminium-Silicon Alloys
Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures, Vol. 27 (2004) Nr. 7, S. 559 - 570
- [5] Y. Murakami, M.Endo
Effects of Defects, Inclusions and Inhomogeneities on Fatigue Strength
Fatigue, Vol. 16 (1994), S. 163-182
- [6] F.O. Riemelmoser, R. Pippa
Consideration of the Mechanical Behaviour of Small Fatigue Cracks
Int. Journal of Fracture, Vol. 118 (2002), S. 251 - 270
- [7] M. Avale, G.Belingardi, M.P. Cavatorta, R. Doglione
Casting Defects and Fatigue Strength of a Die Cast Aluminum Alloy: A Comparison between Standard Specimens and Production Components
Int. Journal of Fatigue, Vol. 24 (2002) Nr. 1, S. 1 - 9
- [8] C. Fagschlunger, W. Eichlseder, K. Poetter, M. Brune
Schwingfestigkeit von Aluminium-Druckgusslegierungen unter Berücksichtigung fertigungsprozessbedingter Werkstoffinhomogenitäten
VDI-Berichte 1846 (2004), S. 461-479
- [9] T. Böhmer
Einflussgrößen auf die Schwingfestigkeit von Aluminium-Gussbauteilen
Diplomarbeit, FH Dresden, Fachbereich Maschinenbau/Verfahrenstechnik 2003
- [10] K.-H. Schwalbe
Bruchmechanik metallischer Werkstoffe
Carl Hanser Verlag, Wien/München 1980
- [11] H. Blumenauer
Technische Bruchmechanik
Wiley-VCH, Weinheim 1993
- [12] D. Gross, Th. Seelig
Bruchmechanik
Springer-Verlag, 3. Auflage, Berlin 2001
- [13] P.C. Paris, M.P. Gomez, W.E. Anderson
A Rational Analytic Theory of Fatigue
Trends in Engineering 13 (1961)
- [14] Y. Murakami
Stress Intensity Factors Handbook
1st Ed., Oxford 1987
- [15] J.C. Newman, I.S. Raju
Stress Intensity Factor Equations for Cracks in Three-Dimensional Finite Bodies Subjected to Tension and Bending Loads
NASA TM 85793 (1984)
- [16] Southwest Research Institute, NASA
Fracture Mechanics and Fatigue Crack Growth
Reference Manual for NASGRO Analysis Software
San Antonio (TX) 2002
- [17] H.-P. Gänser
Ermittlung von Rissfortschrittskurven für AlSi9Cu3, Magsimal59 und Aural2
Bericht AMB05B10, Institut für Allgemeinen Maschinenbau, Montanuniversität Leoben 2005

Kontaktadresse:

Institut für Allgemeinen Maschinenbau an der Montanuniversität Leoben,
Franz Josef Straße 18, A-8700 Leoben, Tel.: +43 (0)3842 402 281,
Fax: +43 (0)3842 402 289, E-mail: wilfried.eichlseder@notes.unileoben.ac.at



Besuchen Sie uns:
»Grosse Giessereitechnische
Tagung 2005«
Congress Innsbruck, Austria
21./22. April 2005

Lösungen für Giessereien

Formstofftechnologien nach Maß

Auch komplizierte Konstruktionen und Geometrien von Gussteilen gelingen mit den Formstoff-Zusätzen von S&B. Basierend auf Qualitäts-Bentoniten und ausgesuchten Kohlenstoffträgern sorgen sie für stabile Formen und maßgenaue Gussteile.

Schnellen Aufschluss und hohe Bindeeigenschaften entfalten unsere Formstoffbinder, hervorragende Fließfähigkeit und Formstoffplastizität entwickeln unsere Glanzkohlenstoffbildner.

Formstoff-Zusätze von S&B – das Maß aller Dinge



S&B Industrial Minerals GmbH

IKO

CORDIS – Das Anorganische Bindemittelsystem – Eigenschaften und Erfahrungen^{*)}

The anorganic Bindersystem CORDIS – Properties and Experiences



Dipl.-Ing. Klaus Löchte, 1988 bis 1991 Giesserei H. Reckers, seit 1991 Produktmanager für Hot-Box, Cold-Box international und Cordis bei Hüttenes-Albertus in Düsseldorf.



Ralf Boehm, Giessereitechniker, 1984 – 2002 KHD Guss GmbH, seit 2002 Anwendungstechniker für das Cordis Verfahren bei Hüttenes-Albertus in Düsseldorf

vorhandenen und etablierten Techniken bzw. Anlagen zu nutzen. So soll der Einsatz der Binder auf herkömmlichen Kernschießmaschinen möglich sein und auch die Entkernung der Gussstücke auf den vorhandenen Anlagen erfolgen. Dabei ist eine Trockenentkernung eindeutig favorisiert. Die grundlegendste Voraussetzung zur Etablierung des Cordis-Bindersystem am Markt ist es aber, dass mit diesem Binder Gussqualitäten erzielt werden, die mit den derzeit am Markt befindlichen organischen Bindemitteln vergleichbar sind.

Unter Berücksichtigung dieser Punkte ist der Binder gerade in den letzten Jahren intensiv weiterentwickelt worden.

Von der Idee zum Kern

Die Konzepte zur Gestaltung der Cordis-Binder wurden bereits in den 90'er Jahren entwickelt. Dabei war es die grundlegende Idee, ein Bindersystem mit Wasser als alleinigem Lösungsmittel und einer komplett anorganischen Bindematrix zu verwirklichen. Diese Idee ist in der heutigen Cordis-Bindergeneration vollständig umgesetzt worden. Die Bindematrix baut sich je nach Bindertyp aus einer Kombination modifizierter Phosphat-, Silikat- und Boratgruppen auf. Durch

Einleitung

Die Gießereien erfahren immer neue konstruktive Herausforderungen und auch zunehmend neue Auflagen bezüglich der Umwelt- und Arbeitsschutzbestimmungen. Besonders problematisch sind die beim Gießen und beim anschließenden Abkühlen der Gießformen freiwerdenden Verdampfungs-, Schwel- und Crackprodukte, die aus den in den Gießereien eingesetzten Sandkernen, welche heute zum überwiegenden Teil aus kunstharzgebundenen Quarzsanden hergestellt werden, entstehen. Neben den beim Vergießen der Sandkerne freiwerdenden Emissionen und der damit verbundenen Geruchsbelastung, werden auch bei der Kernherstellung Gerüche und Emissionen frei. Obwohl in den letzten Jahren große Anstrengungen unternommen und auch beachtliche Verbesserungen im Gesamtprozess erzielt wurden, konnte diese Problematik noch nicht abschließend gelöst werden. So ist in den letzten Jahren das Interesse und die Nachfrage nach alternativen Bindemittelkonzepten gestiegen. Dabei sind vor allem anorganische Bindemittel in den Blickpunkt des Interesses gerückt. Ihr Einsatz verspricht eine deutliche Verringerung der Emissionen und der damit verbundenen Geruchsbelastigung bei der Kernherstellung und vor allem beim Gießen, insbesondere im Bereich des Aluminiumgusses.

Anorganische Binder – Durchbruch oder ewige Hoffnung?

Um die anorganischen Kembinder aus ihrem Nischendasein zu führen, wurde auf einer viel beachteten Fachtagung im November 2002, unter der schicksalhaften Fragestellung *Anorganische Binder – Durchbruch oder ewige Hoffnung?* deren Einsatz in Gießereien diskutiert [1]. Dabei präsentierten die Anbieter anorganischer Bindemittel ihre Bindemittelkonzepte und zeigten die Einsatzmöglichkeiten der neuen Binder auf. Das große Interesse und die positive Resonanz auf dieses Thema zeigte sich auch auf der im darauf folgenden Jahr stattgefundenen GIFA, auf der dieses Thema einen breiten Raum einnahm [2].

Hüttenes-Albertus stellte bei der Fachtagung und auch auf der GIFA das in der Hüttenes-Albertus-Gruppe entwickelte anorganische Cordis-Bindersystem dem Fachpublikum vor. Um den anorganischen Bindern zum Durchbruch am Markt zu verhelfen, verfolgt Hüttenes-Albertus mit dem Cordis-Binder das Ziel, bei der Fertigung und dem Einsatz anorganisch gebundener Kerne, die in den Gießereien bereits

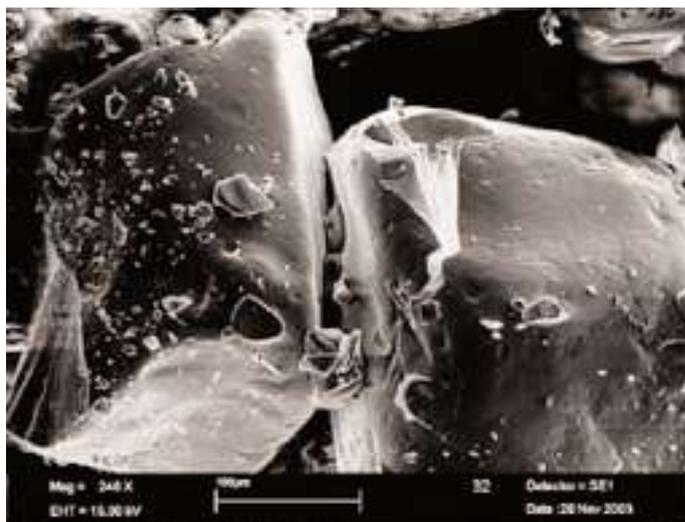


Bild 1a/b: REM-Aufnahmen der Binderbrücken zweier unterschiedlicher Cordis-Bindertypen.

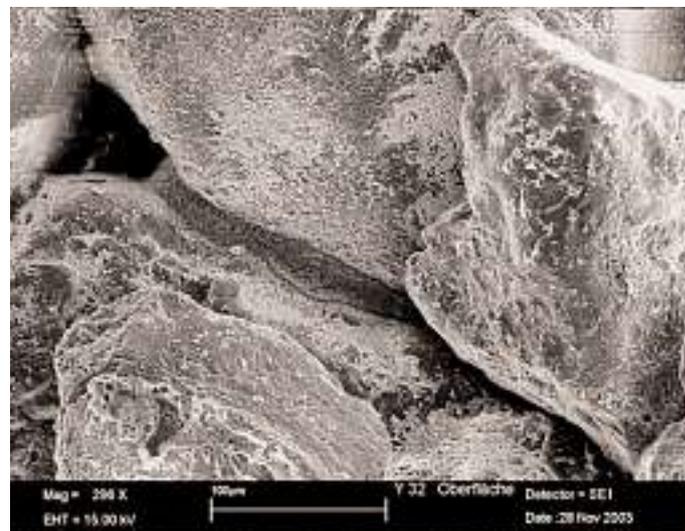


Bild 1b

^{*)} Erweiterte Fassung eines auf dem 14. Ledebur Kolloquium am 29./30. 10. 2004 in Freiberg/Sa. gehaltenen Vortrags.

gezielte Kombinationen und Variationen im Aufbau der Bindermatrix können die Eigenschaften der einzelnen Binder-Typen eingestellt werden. Zur Verbesserung der Eigenschaften kommen weitere anorganische Zusätze, entweder im Binder integriert oder direkt als Additiv bei der Kernherstellung, zum Einsatz. Durch die Kombination der Additive können wichtige Eigenschaften, wie etwa die Fließfähigkeit der Formstoffmischungen oder die Lagerbeständigkeit der Kerne, gezielt eingestellt werden (**Bilder 1a** und **1b**).

Gerade beim Einsatz anorganischer Binder ist die Homogenität der Formstoffmischung von großer Bedeutung. Die Mischung sollte daher in einem dafür geeigneten Mischaggregat aufbereitet werden.

Zur Herstellung der Kerne können handelsübliche Kernschliessmaschinen (unter der Voraussetzung, dass ein beheizbarer Kernkasten vorhanden ist) verwendet werden.

Kernherstellung

Zur Kernherstellung wird der Formstoff in einen beheizten Kernkasten geschossen. Die Kernkastentemperatur liegt je nach Kerngeometrie zwischen 120 – 160°C. Eine homogene Wärmeverteilung im Kernkasten ist anzustreben. Nachdem die Formstoffmischung, Sand und wässriger Binder, in den Kasten gelangt sind, bildet sich entlang der äußeren Kontur des Kerns eine Randschale (**Bild 2**). Dieser erste Härtungsschritt beruht auf einem Trocknungsprozess, bei welchem dem Kern die Feuchtigkeit, das Lösungsmittel Wasser, entzogen wird. Dies ist ein rein physikalischer Härtungsprozess. Zusätzlich kann, je nach eingesetzter Cordis-Type, ein chemischer Härteprozess einsetzen. Als Folge wird eine höhere Entnahmefestigkeit als bei einer rein physikalischen Verfestigung (Trocknen) erreicht.

Je nach eingesetztem Sand und Cordis-Typ werden mit Bindemittelmengen zwischen 1,5 und 3,0 % Kaltbiegefestigkeiten von 350–550 N/cm² erzielt.

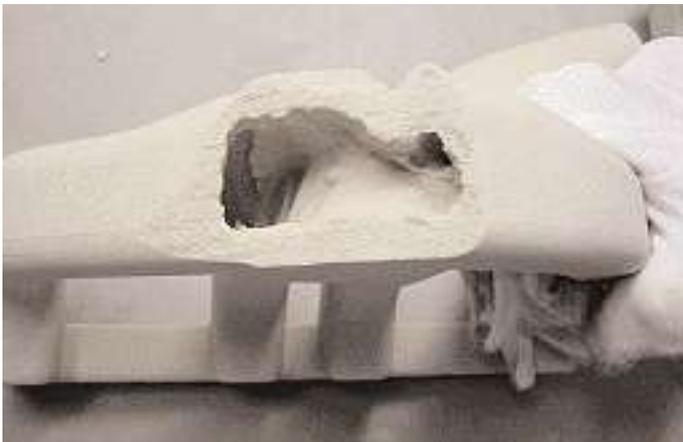


Bild 2: Randschalenbildung bei einem Cordis-Saugrohrkern, direkt nach der Entnahme aus der Maschine.

Die Härtung kann deutlich beschleunigt werden, wenn der Kern mit heißer Luft begast wird. Diese Begasung führt zu einer besseren Erwärmung des Formstoffes und transportiert gleichzeitig das während des Trocknungsprozesses im Kern freiwerdende Wasser effizient ab.

Die Härtedauer anorganischer Kerne ist sehr stark von deren Geometrie und der zum Einsatz kommenden Kernkästen abhängig. Je größer und kompakter ein Kern ist, desto schwieriger ist auch die Aushärtung.

So können mit dem Cordis-Binder aufgrund seiner guten Fließfähigkeit problemlos Kerne mit filigranen Konturen, wie etwa Wassermantelkerne, produziert werden (**Bild 3**).

Neben Saugrohrkernen (**Bild 4**), die unter Serienbedingungen gefertigt werden, sind mit dem Cordis-Bindersystem bereits eine Vielzahl weiterer Kerntypen hergestellt worden. Die Palette reicht von sehr filigranen Kernen, wie Retarder-, Kanal- und Kurbelgehäusekerne, Kerne für Fahrwerksteile bis zu kompletten Kernsätzen für Zylinderköpfe (**Bild 5**).



Bild 3: Cordis-Wassermantelkern



Bild 4: Cordis-Kern, abgegossener Cordis-Kern, Cordis-Gussstück



Bild 5: Kerne für einen „anorganischen“ Zylinderkopf

Schichten

Im Aluminiumguss können Cordis-Kerne ungeschichtet vergossen werden. Sollte dennoch der Einsatz von Schichten erforderlich sein, können die Kerne sowohl mit Alkohol- als auch Wasserschichte behandelt werden. Ähnlich wie organische, verlieren auch die anorganischen Kerne gegenüber einem ungeschichteten Kern geringfügig an Festigkeit. Dabei führen Wasserschichten zu einem höheren Verlust als Alkoholschichten.

Kernlagerung

Ein besonderes Augenmerk beim Einsatz anorganischer Bindemittel ist auf die Lagerung der damit hergestellten Kerne zu richten. Aufgrund ihrer hydrophilen Eigenschaft (Lösungsmittel des Binders ist Wasser), sind sie besonders empfindlich gegenüber hoher Luftfeuchtigkeit. So sollten anorganische Kerne nicht über einen längeren Zeitraum im Freien gelagert oder extremer Luftfeuchtigkeit ausgesetzt werden.

Bei der Entwicklung von Cordis-Bindersystemen wird aus diesem Grund die Lagerfähigkeit von Prüfriegeln in einfachen Klima- bzw. Feuchteammern überprüft. Dabei wird der Prüfriegel bei einer defi-

nieren Luftfeuchtigkeit gelagert und anschließend dessen Eigenschaften überprüft. In Laborversuchen erweist sich der Cordis-Binder im Vergleich mit anderen anorganischen Bindersystemen als resistent gegenüber erhöhter Luftfeuchtigkeit (**Bild 6**). Cordis-Kerne können bei einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit 24h gelagert werden und verlieren dabei nur etwa ein Drittel ihrer Festigkeit.



Bild 6: Lagertests von Cordis-Kernen in Klimakammern mit hoher Luftfeuchtigkeit

Vom Cordis-Kern zum Gussstück

Noch deutlicher als bei der Kernherstellung zeigen sich die umweltfreundlichen Qualitäten der anorganischen Binder beim Abguss der entsprechenden Kerne. So wurde ein komplettes Zylinderkopf-Kernpaket im Aluminium-Schwerkraftkokillenguss vergossen. Während des Gießens war weder eine Qualmentwicklung noch eine Geruchsentwicklung festzustellen. Zudem wurde in der Kokille auch nach mehreren Abgüssen keine Bildung von Kondensaten festgestellt.

Es ist eine weit verbreitete Meinung und ein immer wieder kontrovers diskutiertes Thema, dass im Gegensatz zu organisch gebundenen Kernen anorganische Kerne gasstoßfrei vergossen werden können. Untersuchungen im Hause Hüttenes-Albertus haben jedoch gezeigt, dass auch bei anorganisch gebundenen Kernen ein Gasstoß zu beobachten ist. Dabei ist die Abhängigkeit des Gasstoßes von der Körnung des eingesetzten Sandes besonders beeindruckend. Beim Einsatz eines groben Sandes (AFS 43) ist ein wesentlich geringerer Gasstoß zu beobachten als beim Einsatz eines feinen Sandes (AFS 74) (**Bild 7**). Da beide untersuchten Proben identische Mengen an Binder enthalten, wird der dominierende Einfluss der Sandkörnung auf die Höhe des sich bildenden Gasdrucks sehr deutlich. Cordis-Kerne zeigen eine andere Charakteristik in ihrem Gasstoßverhalten als organisch gebundene Kerne. Während etwa Hot-Box -Kerne sofort nach dem Kontakt mit der Schmelze kontinuierlich zu gasen an-

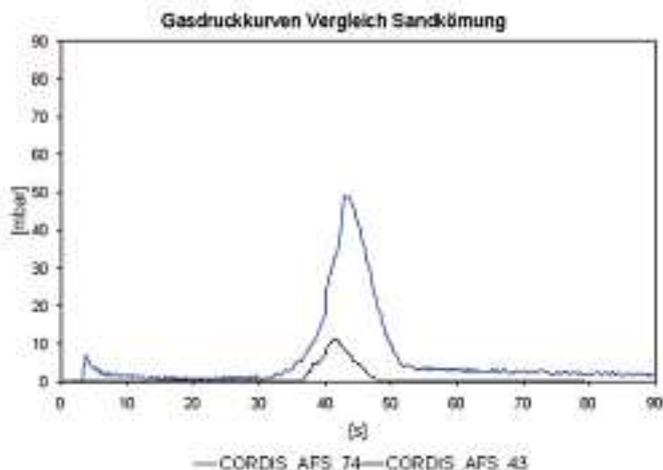


Bild 7: Gegenüberstellung der Gasdruckkurven zweier Cordis-Kerne unterschiedlicher Sandkörnungen: feinem Sand AFS 74 und grobem Sand AFS

fangen, zeigen die anorganischen Kerne erst nach etwa dreißig bis vierzig Sekunden einen deutlichen Druckanstieg, der nach Erreichen des Maximums sofort wieder abfällt (**Bild 8**).

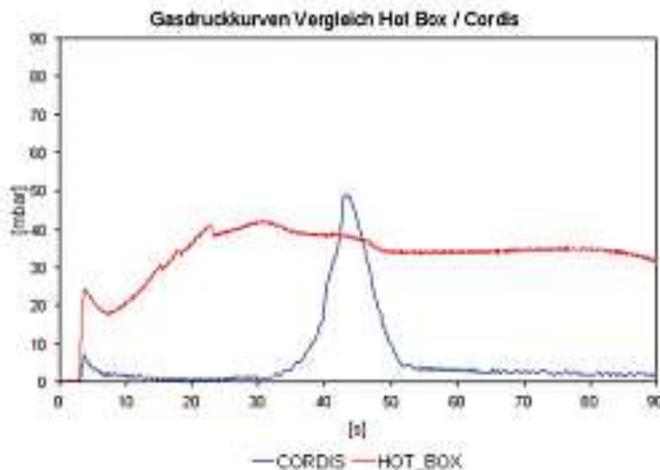


Bild 8: Gegenüberstellung des Gasstoßes von Hot-Box bzw. Cordis

Neben den bereits beschriebenen positiven Erfahrungen beim Einsatz von Cordis-Kernen im Schwerkraft-Aluminiumkokillenguss konnten auch sehr gute Ergebnisse beim Einsatz im Aluminium-Niederdruckguss und im Aluminium-Nassguss erzielt werden. Die dabei erhaltenen Gussoberflächen sind vergleichbar mit oder besser als Gussergebnisse organisch gebundener Kerne.

Die Entkernung der Gussstücke erfolgt problemlos auf den bereits im Einsatz befindlichen Entkernvorrichtungen, wobei die Gussstücke ohne vorherige Wärmebehandlung entkern werden können.

Bei Einsatz von Regeneratsanden sollte aufgrund der unterschiedlichen Bindermatrix auf die Trennung von organischen und anorganischen Kernsanden geachtet werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Es ist bereits ein hoher Stand im Einsatz anorganischer Bindemittel für die Kernfertigung erreicht. Es bleibt aber auch nüchtern festzuhalten, dass die Leistungsfähigkeit organischer Bindemittel (Kernfertigung und -lagerung) noch nicht vollständig erreicht ist.

Anorganische Bindemittel sind auf dem Weg zum Durchbruch. Allerdings sollten hierbei der zu leistende Aufwand und die Anforderungen an Maschine sowie Werkzeuge nicht unterschätzt werden. Gegenüber dem Einsatz herkömmlicher organischer Bindemittel erfordert die erfolgreiche Einführung anorganischer Bindemittel ein deutliches Umdenken.

Dank

Ein besonderer Dank der Autoren geht an die während der Entwicklungsarbeiten beteiligten Unternehmen:

- Volkswagen Gießerei Hannover
- Rautenbachguss Wemigerode
- Dipl.-Ing. Roman Kohlisch Cold-Box-Kernfertigung
- Eurokern Gießereitechnik GmbH
- Hähnel & Leon GmbH Modell- und Werkzeugbau

Literatur

- [1] Umweltverträgliche anorganische Bindemittel zur Form- und Kernherstellung. Wuppertal, 14.11.2002.: Giesserei 90 (2003) Nr. 10, S. 42–46.
- [2] M. Franken, Giesserei 90 (2003) Nr.6, S. 182–184

Kontaktadresse:

Hüttenes-Albertus Chemische Werke GmbH, D-40549 Düsseldorf
 Wiesenstraße 23/64, Tel.: +49 (0)211 5087 0, Fax: +49 (0)211 5005 60
 E-Mail: info@huettenes-albertus.com, www.huettenes-albertus.com

HÜTTENES-ALBERTUS

Chemische Werke GmbH

Wiesenstraße 23/64
40549 Düsseldorf
Telefon: +49 (0) 2 11/50 87-0
Telefax: +49 (0) 2 11/50 05 60
www.huettenes-albertus.com



**Ihr Partner auf dem Weg zu optimierten
und effizienteren Gießerei-Hilfsstoffen.**

Technology

www.huettenes-albertus.com

worldwide

- Cold-Box-Harze und Aktivatoren
- Katalysatoren für das Cold-Box-Verfahren
- Umhüllungsharze für Maskenformverfahren
- Hot-Box- und Warm-Box-Harze
- Härter und Konserver für das Hot-Box- und Warm-Box-Verfahren
- Kalthärtende Harze auf Furan- und Phenolharzbasis
- Harze, Aktivatoren und Katalysatoren für das Pentex-Verfahren
- Glanzkohlenstoffbildner
- Kernöle / Erstarrungsöle
- Wasserglasbinder für das CO₂-Verfahren
- Kunstharzbinder für das Resol-CO₂-Verfahren
- Kunstharzbinder für das Resol-Ester-Verfahren
- Formstoffüberzüge
- Kleber für die Gießerei- und Bauindustrie
- Industrierharze
- Kunstharzumhüllter Sand
- Trennstoffe für Druckguß
- Trennmittel

Der FDU XSR Rotor – eine Neuentwicklung in der FDU*) Entgasungstechnik

The XSR Rotor – a new Development in FDU Degassing Technology



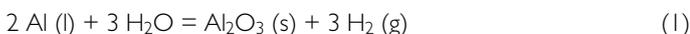
Dipl.-Ing. Ronny Simon, Studium der Metallurgie der Nichteisenmetalle und Reinstoffe an der TU Bergakademie Freiberg mit Abschluss 1995. Danach Abteilungsleiter bei der Hoogovens Aluminium Hüttenwerk GmbH in Vörde. Seit 1998 Produktmanager im Bereich Gießerei Nichteisen der FOSECO GmbH, Borken.

Einführung

Aluminium und seine Legierungen sind als bedeutender Werkstoff aus dem Bauwesen, dem Maschinen- und Anlagenbau oder dem Schienen- und Fahrzeugbau nicht mehr wegzudenken. Ein bedeutender Teil der Produkte wird dabei im Sand-, Kokillen- oder Druckguss hergestellt. Mit der Erweiterung der Einsatzgebiete für Aluminiumgussteile steigen auch die Anforderungen an die Qualität. Die Reinigung und Entgasung der Schmelze beeinflusst maßgeblich die Eigenschaften des Gussteils. Die Entwicklung von effektiven Reinigungsprozessen ist somit ein bedeutender Auftrag der Gießereien an die Foseco.

Theoretische Grundlagen

Wasserstoff löst sich als einziges Gas in nennenswerten Mengen in Aluminium. Flüssiges Aluminium setzt sich mit Wasserdampf um:



Der molekulare Wasserstoff dissoziiert anschließend in der Schmelze:

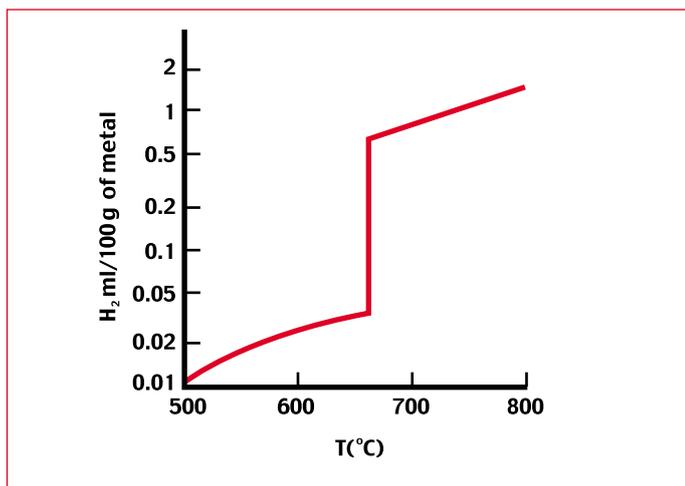


Bild 1: Löslichkeit von Wasserstoff in Aluminium

Die Löslichkeit von Wasserstoff in der Schmelze ist temperaturabhängig (**Bild 1**). Bei abnehmender Temperatur sinkt die Löslichkeit. Gelöster atomarer Wasserstoff rekombiniert zum gasförmigen Molekül. Am Phasenübergang „flüssig-fest“ tritt zusätzlich ein Löslichkeitssprung auf, wobei die Löslichkeit je nach Legierung um das 10 bis 20 fache abnimmt [**1**]. Das dabei freigesetzte Gas verbleibt im Gussstück und führt zur primären Gasporosität. Die Aluminium-

schmelze steht ebenfalls mit dem Luftsauerstoff in Wechselwirkung. Neben der Oxidation nach Gleichung (1) kommt es zusätzlich zur Umsetzung:



Die Oxidhaut bildet sich an der Schmelzeoberfläche. Durch den Schmelzprozess und die Bewegung der Schmelze wie Rühren, Umschütten oder Transport gelangen die Oxide jedoch in die Schmelze und beim Vergießen mit in das Gussstück. Weitere Quellen für nichtmetallische Einschlüsse wie Karbide, Nitride oder Boride können das Tiegel- oder Feuerfestmaterial sein. Einschlüsse sind Inhomogenitäten im Gussgefüge und verschlechtern die mechanischen Eigenschaften. Darüber hinaus können harte Einschlüsse die nachfolgenden Bearbeitungsmaschinen beschädigen.

Eine Entfernung von gelöstem Wasserstoff und nichtmetallischen Einschlüssen aus der Schmelze ist somit eine unabdingbare Voraussetzung für qualitativ hochwertige Gussstücke.

Eine Spülgasbehandlung mit inerten Gasen ist ein physikalischer Vorgang. Der in der Schmelze gelöste Wasserstoff diffundiert in die aufsteigenden Spülgasblasen und wird an die Schmelzeoberfläche transportiert. Der Prozess hängt dabei von zwei wesentlichen Schritten ab [**2**]:

- Diffusionsgeschwindigkeit des Wasserstoffs durch die Nemst'sche Diffusionsgrenzschicht in die Spülgasblase – diffusionskontrollierter Schritt der Entgasung,
- Wasserstoffkonzentration in der Spülgasblase – gleichgewichtskontrollierter Schritt der Entgasung.

Überlegungen und Untersuchungen zeigen, dass die Spülgasmenge über die Gesamtzeit der Behandlung fast immer ausreichend ist, um unterhalb der Sättigungsgrenze im Inneren der Spülgasblase zu bleiben. Die Diffusion ist bei der Entgasung der prozessbestimmende Schritt. Es lassen sich daraus folgende Grundvoraussetzungen für die Entwicklung optimaler Entgasungsprozesse ableiten [**3, 4**]:

- geringe Spülgasblasengröße mit größerer Verweilzeit in der Schmelze, größerer Kontaktfläche der Spülgasblase mit der Schmelze und höherem Stoffübergangskoeffizient der Diffusionschicht,
- gleichmäßig breite Verteilung der Spülgasblasen über dem gesamten Schmelzequerschnitt,
- ausreichende Schmelzebewegung, die den Transport des Wasserstoffs zur Spülgasblase beschleunigt,
- geringe Bewegung der Schmelzbadoberfläche, um eine erneute Wasserstoffaufnahme aus der Atmosphäre zu vermeiden.

Die Entfernung von Oxiden und anderen nichtmetallischen Einschlüssen erfolgt im wesentlichen durch Flotation. Dabei lagern sich Spülgasblasen an den Oxiden an, und die Oxide werden an die Badoberfläche transportiert. Für eine Verbesserung der Oxidentfernung gelten demnach die Grundsätze der Wasserstoffentfernung in gleicher Weise.

Verfahren zur Schmelzereinigung

Die Notwendigkeit einer Spülgasbehandlung ist seit vielen Jahren in den Aluminiumgießereien bekannt. Die Entwicklung wurde dabei von der immer besseren Einhaltung der Grundvoraussetzungen für optimale Entgasung beeinflusst. Die Lanzenentgasung wurde durch das Aufsetzen von porösen Blöcken verbessert, da sich die Gasblasengröße verringerte. Eine zusätzliche Bewegung der Lanze in der Aluminiumschmelze verbesserte die Verteilung zusätzlich.

*) FDU = Foundry Degassing Unit

Die Impellerentgasung mit Rotoren und entsprechenden FDU Geräten der Foseco war dann der Durchbruch zu einer automatisierten, effektiven und kostengünstigen Schmelzebehandlung. Die patentierten Grafitrotoren der Foseco erzeugen durch Rotation sehr feine Spülgasblasen bei gleichmäßiger Verteilung über den Querschnitt des Tiegels. Durch die Pumpwirkung der Foseco Rotoren wird die Schmelze auch unterhalb des Rotors angesaugt und gereinigt. Seit vielen Jahren haben sich die Foseco Rotoren vom Typ SPR in den Gießereien bewährt und den Stand der Technik begründet.

Der XSR Hochleistungsrotor

Die zu Beginn dieses Beitrages aufgeführten Fakten für höhere Qualität der Gussstücke, aber auch der Wunsch nach schnellerer Entgasung waren Gründe für die Foseco, das bewährte SPR Design zu verbessern. Intensive Untersuchungen des bestehenden Rotors, verbunden mit theoretischen Betrachtungen, Simulationen und ausführlichen Modell- und Praxisversuchen haben zum neuen XSR Hochleistungsrotor geführt (**Bild 2**).



Bild 2: Rotor FDU XSR 190

Der XSR Hochleistungsrotor ist ein neues Design mit verbesserter Pumpwirkung. Es wird mehr Schmelze angesaugt und intensiver mit dem Behandlungsgas vermischt. Die Austrittsgeschwindigkeit der Schmelze aus den seitlichen Rotorkammern erhöht sich zwangsläufig. Das Spülgas wird gleichmäßig über den gesamten Querschnitt des Behandlungsgefäßes verteilt. Im oberen Teil des Rotors sind Turbo-Cuts eingearbeitet. Diese Turbo-Cuts verkleinern oder zerschlagen die Spülgasblasen weiter, und die Blasenoberfläche erhöht sich bei gleichbleibendem Volumen.

Wassermodellversuche belegen eine zusätzliche Verwirbelung der Schmelze (**Bilder 3 a/b**), der Weg und damit die Verweilzeit der Spülgasblase in der Schmelze verlängert sich. Die Entgasungswirkung wurde online mit dem Wasserstoffsensoren ALSPEK* H der Foseco



Bild 3a: Rotor SPR 190 mit 500 Upm im Wassermodell



Bild 3b: Rotor XSR 190 mit 500 Upm im Wassermodell.

aufgezeichnet. Das Diagramm (**Bild 4**) zeigt einen typischen Verlauf der Wasserstoffkonzentration im Aluminium. Bei jeweils gleichen Versuchsbedingungen beträgt die Entgasungsgeschwindigkeit zum Erreichen eines Zielwerts von 0,08 ppm Wasserstoff in der Schmelze mit dem XSR Rotor 0,03 ppm H₂/min. Der SPR Rotor entgast mit 0,02 ppm H₂/min um 50 % langsamer.

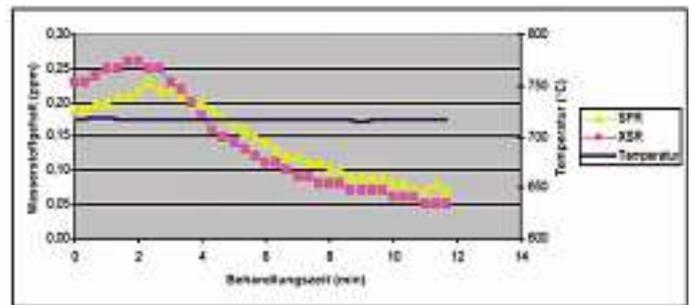


Bild 4: Entgasungsverlauf, gemessen mit dem Foseco-ALSPEK H Wasserstoffsensoren.

Mit diesen Erkenntnissen können mit dem neuen XSR Hochleistungsrotor zwei unterschiedliche Anforderungen in den Gießereien erfüllt werden, wobei die gewünschte Strategie von den örtlichen und betrieblichen Gegebenheiten abhängt:

- Schnellere Entgasung der Schmelze mit dem XSR Rotor und damit Erhöhung der Effektivität der FDU Entgasungsanlage sowie Verringerung des Temperaturverlustes,
- Entgasung mit reduzierter Drehzahl des Rotors zur Verlängerung der Standzeit der Grafitverschleißteile durch verminderte Abrasion und/oder Reduzierung der Strudelbildung am Schaft bei Anwendung ohne zusätzliche Prallplatte.

Die Fallstudien zeigen im Folgenden unterschiedliche Ausgangsbedingungen, Anforderungen und Lösungen beim Einsatz des XSR Hochleistungsrotors bei Gießereien, Kunden oder Forschungseinrichtungen.

Fallstudie I – Reduzierung der Behandlungszeit

Gießerei	Räderguss
Legierung	AlSi7Mg, AlSi11 (Sr dv)
Schmelzemenge	900 kg
Temperatur	760 °C / (750 °C)
Drehzahl Rotor	500 min ⁻¹
Durchmesser Rotor	190 mm
Inertgas	Argon Ar
Spülgasmenge	18 l/min
Qualitätsparameter	ρ_{AlSi7Mg} : 2,58 – 2,60 g/cm ³ ρ_{AlSi11} : 2,57 – 2,59 g/cm ³

Tab. I: Versuchsparameter zur Fallstudie I

	SPR 190		XSR 190	
	Ergebnis	Zeit	Ergebnis	Zeit
AlSi7Mg	2,586 g/cm ³	8 min	2,590 g/cm ³	4 min
AlSi11	2,582 g/cm ³	10 min	2,578 g/cm ³	7 min

Tab. 2: Ergebnisse zur Fallstudie 1

Die Reduzierung der Behandlungszeit um mindestens 3 Minuten führte bei 100 Behandlungen pro Arbeitstag zu einer jährlichen Argonreduzierung von 1200 m³. Dies entspricht einer Ersparnis von mehr als 8.000 Euro. Die Schmelzetemperatur vor der Behandlung konnte um 10 Kelvin verringert werden.

Durch die kürzere Behandlungszeit erhöht sich die Flexibilität des Kunden an den FDU Entgasungsanlagen. Bedarfsspitzen bei der Schmelzebereitstellung für die Gießanlagen können besser bedient werden; kurzfristig kann auf die Anschaffung einer neuen FDU Entgasungsanlage verzichtet werden.

Fallstudie 2 – Standzeitverlängerung der Grafitverschleißteile durch Verringerung der Rotordrehzahl.

Gießerei	Sandguss
Legierung	AlSi10Mg (Na-veredelt)
Schmelzemenge	400 kg
Temperatur	760 °C
Behandlungszeit	5 min
Durchmesser Rotor	190 mm
Inertgas	Stickstoff N ₂
Spülgasmenge	14 l/min
Qualitätsparameter	DI 2 %

Tab. 3: Versuchsparameter zur Fallstudie 2

SPR 190			XSR 190		
Drehzahl	Ergebnis	Standzeit	Drehzahl	Ergebnis	Standzeit
500 min ⁻¹	DI = 2,0 %	100 %	350 min ⁻¹	DI = 1,3 %	160 %

Tab. 4: Ergebnisse zur Fallstudie 2

Die Versuche wurden mit jeweils 10 Satz Verschleißteilen, bestehend aus Grafiterschaft und Grafitrotor, durchgeführt. Die Abrasion am Grafit ist bei der geringeren Drehzahl von 350 min⁻¹ deutlich vermindert, so dass sich die durchschnittliche Standzeit der Verschleißteile um 60 % erhöhte. Die Kosteneinsparung schlägt sich direkt beim Kunden nieder. Zusätzlichen Nutzen erzielt der Kunde durch die Verminderung der Rüst- und Standzeiten durch Verschleißteilwechsel an den FDU Entgasungsanlagen.

Fallstudie 3 – Verminderung des Feinoxidanteils

Gießerei	Kolbenguss
Legierung	AlSi12CuNiMg
Schmelzemenge	700 kg
Temperatur	770 °C
Behandlungszeit	15 min
Durchmesser Rotor	190 mm
Inertgas	Stickstoff N ₂ / Chlor Cl ₂
Spülgasmenge	15 l/min N ₂ / 21 l/min N ₂ + Cl ₂

Tab. 5: Versuchsparameter zur Fallstudie 3

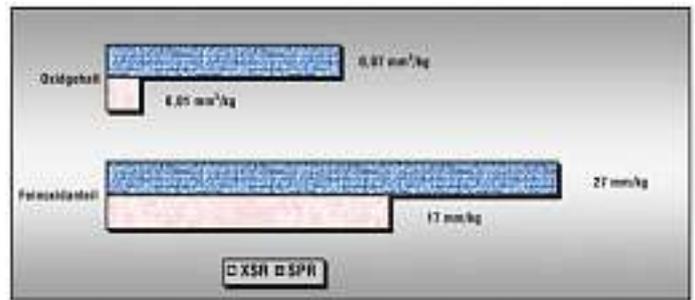


Bild 5: Oxidgehalte zur Fallstudie 3

Bei den Versuchen wurde die Schmelzequalität mit einem PREFILL-Gerät hinsichtlich des Oxidgehaltes nach der Impellerbehandlung untersucht. Bei konstanten Parametern wurden SPR und XSR Rotor verglichen. Dabei ist der Oxidgehalt in der Schmelze nach der Behandlung mit dem XSR Rotor deutlich reduziert (**Bild 5**).

Nach einer XSR Rotorbehandlung bleibt die Schmelze länger unterhalb eines vorgegebenen Dichteindex; die Wasserstoffaufnahme ist verlangsamt. Der Kunde kann demnach länger aus einem Tiegel schöpfen, ohne die Schmelze erneut behandeln zu müssen. Eine Begründung kann hier der deutlich niedrigere Oxidgehalt sein, da Oxide als Keim für Wasserstoffanlagerung mit nachfolgender Lösung im Aluminium dienen.

Zusammenfassung und Ausblick

Der neu entwickelte XSR Hochleistungsrotor ist bei der Entgasung und Reinigung von Aluminiumschmelzen deutlich effektiver als konventionelle Rotorsysteme. Durch die Reduzierung der Behandlungszeit bei gleichen oder sogar besseren Reinigungsergebnissen erhöht sich die Produktivität der FDU Entgasungsanlage, und der Temperaturverlust im Behandlungsgefäß ist vermindert. Das neue Design wirkt sich dabei sowohl auf den Wasserstoff- als auch den Oxidgehalt der Schmelze positiv aus. Alternativ führt eine Reduzierung der Rotordrehzahl zu einer Verlängerung der Lebensdauer von Grafiterschaft und -rotor. Mit dem XSR Rotor bekräftigt die Foseco erneut ihre technologische Führung in der Entgasungstechnik.

Literatur

- [1] Ransley, C.E.; Neufeld, H.: The Solubility of Hydrogen in Liquid and Solid Aluminium; J. Inst. Metals 74 (1948), S. 599–620
- [2] Klinkenberg, F.-J.: Wasserstoff und Porosität in Aluminium; Dissertation an der RWTH Aachen 1998
- [3] Schneider, W.: Reinigung von Aluminiumschmelzen; Gießerei 81 (1994), S. 478–483
- [4] Pedersen, T.: Refining Efficiency on Hydrogen, Alkaline Metals and Inclusions in the Hydro Metal Refining System; Light Metals (1991), S. 1063–1067

Kontaktadresse:

FOSECO GmbH, D-46325 Borken, Gelsenkirchener Strasse 10
 Tel.: +49 (0)2861 83 0, Fax: +49 (0)2861 83 338
 E-Mail: Service.FosecoGmbH@Foseco.com, www.foseco.de

Riskieren Sie nichts: GlobalGarant. Die weltweite Fonds-Veranlagung mit doppelter Sicherheit für Ihr Kapital. www.ba-ca.com

B750, Jacobsen, Franz-Josef-Strasse 2, Tel. 03060604880

Bank Austria Creditanstalt
Die Bank zum Erfolg.



DISA - AUSRÜSTER DER GIESSEREI - INDUSTRIE



Mehr Power für Gießereien

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

DISA

www.disagroup.com

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

Einsatz von technischen Gasen in Giessereien Sauerstoff bei Schmelzprozessen

Application of Industrial Gases in Foundries – Oxygen for Melting Processes



Dipl.-Ing. Burkhardt Holleis, Absolvent der Montanuniversität Leoben, berufliche Tätigkeit bei GUT (Gruppe-Umwelt-Technik) als Projektmanager bei der Sanierung des Standortes der Hütte BBU Arnoldstein, MMR (Montan Metall Recycling) als Produktionsleiter der Kabelaufbereitung, Alt & Co (Erzeugung von Kupfer-, Zinnlegierungen und Weichloten) als Assistent der Geschäftsführung. Seit 2002 bei Messer Austria GmbH zuständig für Anwendungstechnik Metallurgie Osteuropa.

Dipl.-Ing. Davor Spoljaric, Absolvent der Technischen Universität Wien, MBA Imadec Wien. Berufliche Tätigkeiten: Univ.-Assistent am Inst. f. Technologie anorganischer Stoffe der TU Wien 1985-96, seit 1996 bei Messer Austria GmbH unter anderem als anwendungstechnischer Koordinator für Osteuropa, Leiter Anwendungstechnik Messer Polska und nunmehr als Leiter Schmelzmetallurgie für Europa tätig.



Dipl.-Ing. Martin Adendorff, Absolvent der University of Cape Town, beruflicher Einstieg bei Eskom (Electricity Supply Commission) Nuclear Power Plant, anschließend Wechsel zu Eskom Coperate Chemistry, seit 1996 bei Messer Griesheim GmbH zuständig für Ozonanwendungen. 2000 Umstieg in die Abteilung Metallurgie von Messer Group.

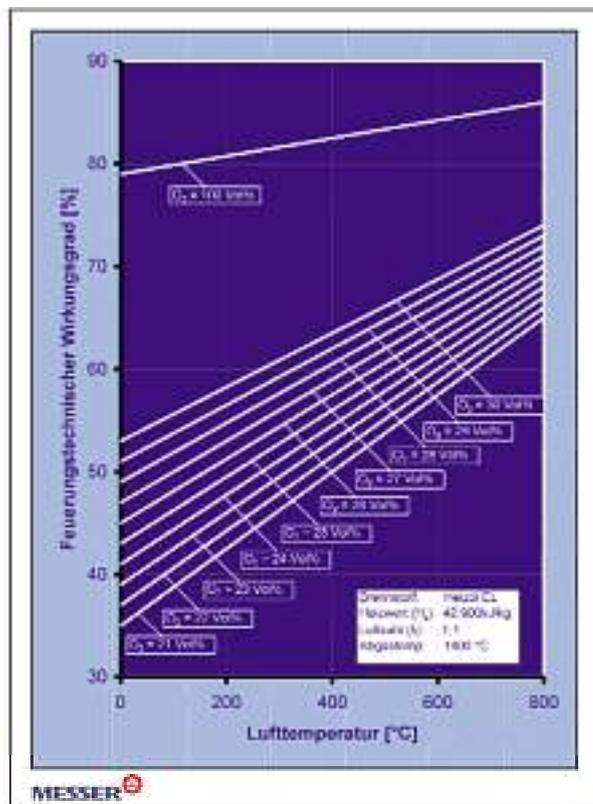


Abb. 1: Einfluss der Verbrennungslufttemperatur und der O₂-Konzentration auf den feuerungstechnischen Wirkungsgrad [1]

Inhalt: Sauerstoff im Verbrennungsprozess / Brenner für Hochtemperaturprozesse / Schacht- / Kupolöfen / Drehtrommelöfen / Herdöfen / Elektrolichtbogenöfen / Nachverbrennung

Zusammenfassung

Sauerstoff steigert den feuerungstechnischen Wirkungsgrad von Verbrennungsprozessen und ermöglicht dadurch die Optimierung von Schmelzprozessen. Dieser Beitrag zeigt an Hand von Beispielen, wie eine Verbesserung bei Schacht-, Drehtrommel-, Herd- und Elektrolichtbogenöfen durchgeführt werden konnte.

Sauerstoff im Verbrennungsprozess

Der Wirkungsgrad von industriellen Verbrennungsprozessen kann auf zwei Wegen, wie in **Abb. 1** ersichtlich, erhöht werden: durch das Vorwärmen von Brennstoff und von Verbrennungsluft oder durch den Zusatz von Sauerstoff. Bedingt durch den hohen 79 % N₂ Ballast bei Luftbefeuerung können sich nur niedrige Flammentemperaturen einstellen. Dies bedeutet, dass wegen der daraus resultierenden Abgaswärmeverluste sich bei hohen Abgastemperaturen nur niedrige feuerungstechnische Wirkungsgrade ergeben.

Sauerstoff kann durch unterschiedliche Verfahren in den Reaktionsraum eingebracht werden:

- Sauerstoff- Brennstoff Brenner
- Direkte O₂ Injektion in die Gemischbildung der Flamme
- Unterschichten der Brennstoff – Luft Flamme
- Anreichern der Verbrennungsluft

In **Abb. 2** ist die theoretische Verbrennungstemperatur für die stöchiometrische Verbrennung von Erdgas in Abhängigkeit von der Sauerstoffanreicherung aufgetragen. Daraus ist ersichtlich, dass sich schon durch geringe Anreicherung wesentlich höhere Flammentemperaturen einstellen.

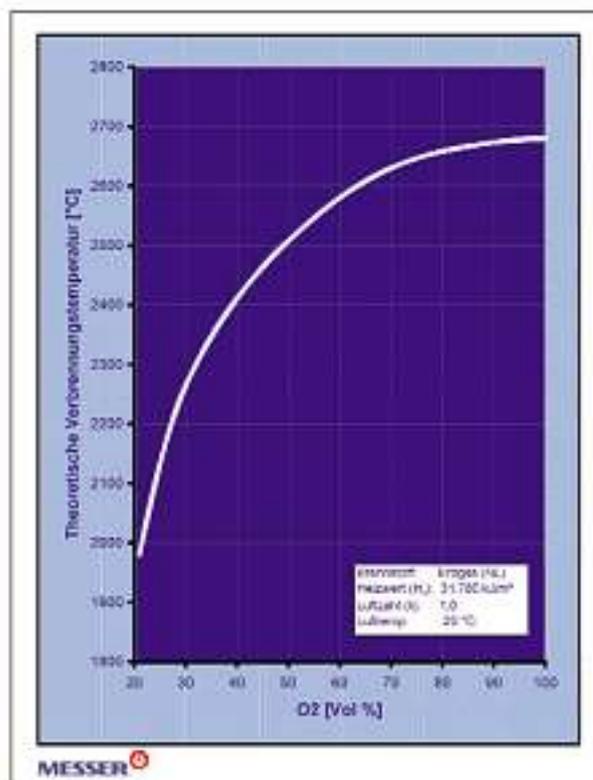


Abb. 2: Theoretische Verbrennungstemperatur für die stöchiometrische Verbrennung von Erdgas in Abhängigkeit vom O₂-Gehalt der Verbrennungsluft [1]



Abb. 3: Brennmund verschiedener Brennertypen

Heute werden auch die Anwendungen von Sauerstoff in den unterschiedlichen BAT Berichten als beste Technologie vorgeschlagen. Die häufigsten Gründe für den Einsatz von Sauerstoff sind:

- Größere Flexibilität durch höhere Schmelzleistung und kürzere Chargenzeiten
- Reduktion des spezifischen Energieverbrauchs
- Verringerung der Abgasmenge
- Geringere Umweltbelastung durch Emissionen
- Weniger Materialaustrag durch geringeren Impuls
- Niedrigere Investitionskosten durch kleinere Filteranlagen
- Keine Luftvorwärmung erforderlich
- Integrierte Nachverbrennung möglich

Brenner für Hochtemperaturprozesse

Industriebrenner werden in einer Vielzahl von Hochtemperaturverfahren eingesetzt. Der Anteil an Sauerstoffbrennern ist in den letzten Jahrzehnten stetig gewachsen. Die Zielbranchen für Sauerstoffbrenner sind in der Hauptsache die Stahl-, Eisen, Aluminium, Kupfer-, Blei-, Glas- und Zementindustrie [1, 2].

Der Sauerstoffbrennermarkt wird direkt von der Gaseindustrie oder von speziellen Brennerbaufirmen bedient. Messer betreibt eine eigene Brennerentwicklung mit Brennerversuchsstand, um so den stetig wachsenden Ansprüchen, die an die thermischen Prozesse der Kunden gestellt werden, gerecht werden zu können.

Messer fertigt Industriebrenner seit den 60er Jahren und hat über die vergangenen Jahrzehnte für verschiedenste Einsatzanforderungen ein

umfangreiches Sortiment an Brennertypen. **Abb. 3** zeigt verschiedene Ausführungen des Brennmundes entwickelt, um den Anforderungen aus der Industrie wie Anpassung der Flammen (siehe **Abb. 4**) an die Geometrie des Verbrennungsraumes (im wesentlichen Flammenlänge, Flammenform, Stöchiometrie, Wärmeübertragung, Strömungsverhältnisse), gerecht zu werden.

- Oxipyr® – P: Parallelstrom Brenngas/Sauerstoffbrenner, Impulse von niedrig bis hoch
- Oxipyr® – P LON: Parallelstrom Brenngas/Sauerstoffbrenner mit Keramikstein, Impuls sehr niedrig
- Oxipyr® – GLM: Öl/Sauerstoffbrenner mit Luft- bzw Brenngaszerstäubung, Impulse von niedrig bis hoch
- Mischbrenner: Brenngas/Luft/Sauerstoffbrenner, Impulse von niedrig bis hoch
- Flat flame Brenner: Brenngas/Sauerstoffbrenner mit Keramikstein und Stufenverbrennung, Impuls sehr niedrig, schwenkbare Flamme.

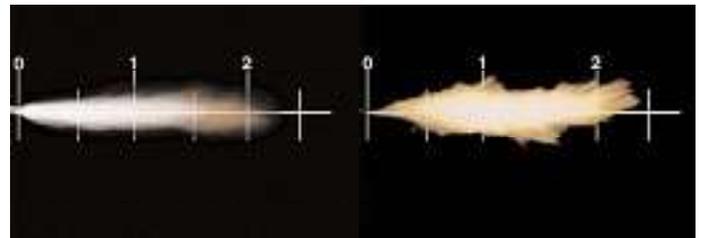


Abb. 4: Hartes und weiches Flammenbild eines Oxipyr® – P Brenners bei IMW

Die Brenner sind je nach Erfordernis eigenmedium- bzw wassergekühlt, mit oder ohne integrierte Zündung, sowohl mit als auch ohne Flammenüberwachung ausgestattet.

Die technischen Anforderungen steigen ständig, insbesondere die Reduktion der Emissionen, wie in **Abb. 5** dargestellt und effizientere Wärmeübertragung sind eine große Herausforderung. Darum hat

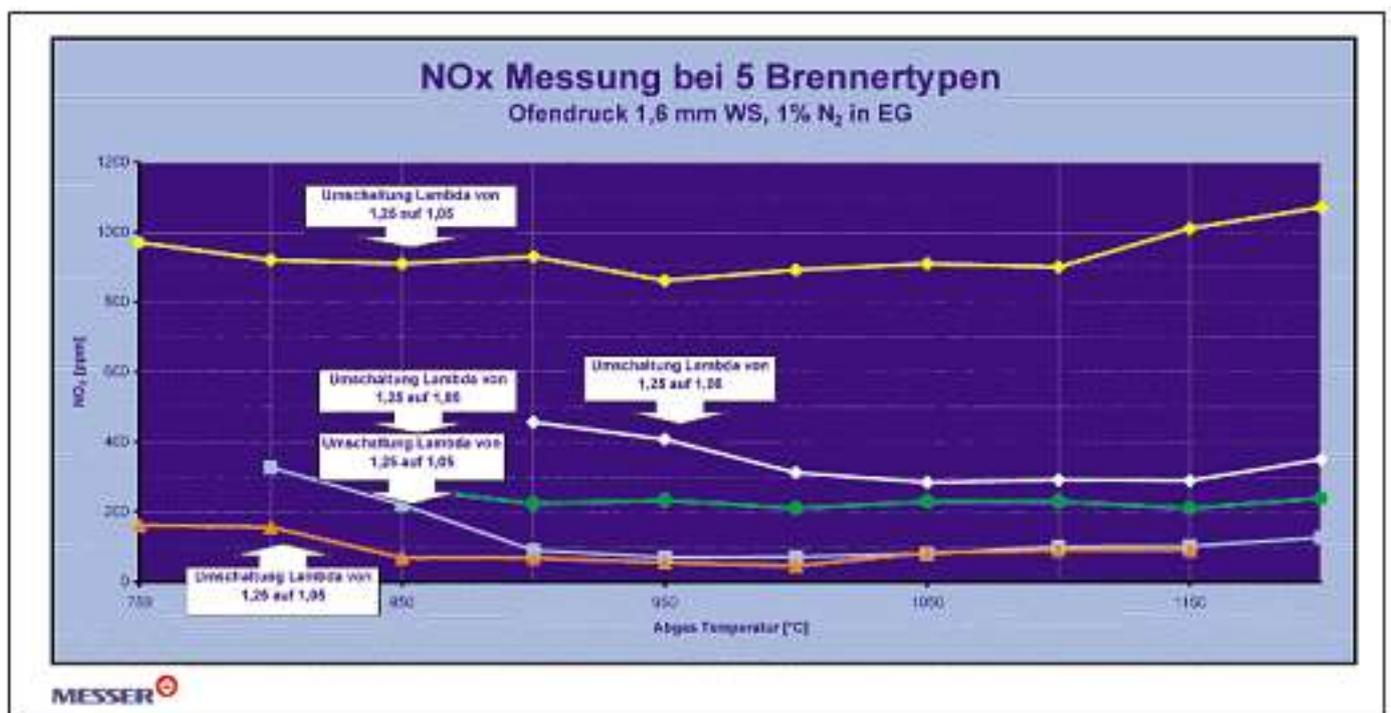


Abb. 5: NOx-Messung verschiedener Brennertypen



Abb. 6: 15t-Schachtschmelzofen mit Sauerstoffbrenner und Heißgasgebläse

Messer in den letzten Jahren Brenntypen auf Basis der gestuften Verbrennung entwickelt und weitere Konzepte sind in Ausarbeitung.

- Oxipyr® – SVNR: Brenngas/Sauerstoffbrenner mit Stufenverbrennung, Impuls hoch, NOx < 50 mg/Nm³ bei 1350 °C
- Oxipyr® – G: Brenngas/Sauerstoffbrenner mit Stufenverbrennung und Keramikstein, Impuls sehr hoch, NOx < 120 mg/Nm³ bei 1550 °C.

Schacht-/Kupolöfen

3.1. Schachtöfen in der Aluminiumindustrie

Die Kreislaufwirtschaft in der Aluminiumindustrie nimmt in den letzten Jahren einen immer höheren Stellenwert ein. Die Recyclingquote von Aluminium liegt je nach Verbrauchersparte schon bei 67 % bis 92 %. Je nach Schrottqualität sind verschiedene Schmelzöfen im Einsatz. Schachtschmelzöfen in der Kombination mit Sauerstoffbrennertechnologie helfen in der Sekundäraluminiumindustrie Kosten zu senken. Messer und Kooperationspartner haben aus diesem Grund ein Verfahren mit Ofengasrezirkulation entwickelt. Eine wesentliche Rolle spielen dabei ein geeignetes Schmelzkonzept und eine gute Prozesskontrolle. In **Abb. 6** ist ein Schachtschmelzofen mit Sauerstoffbrenner und Heißgasgebläse abgebildet. Bei Schachtschmelzöfen wird das Abgas der Brenner zum Vorwärmen des festen Aluminiums, welches in Form von Masseln oder Schrott vorliegt, genutzt. Die Chargierung erfolgt über den Schacht und das Material wird im Gegenstrom beim Absinken vorgewärmt und im unteren Schachtbereich mit Brennern geschmolzen. Das geschmolzene Metall fließt über die Schmelzbrücke in einen Herdbereich.

Zur Steigerung der Schmelzleistung bietet die Sauerstoffbrennertechnologie erhebliche Vorteile, wie in **Abb. 7** ersichtlich. Das entwickelte Verfahren erzielt enorme Leistungssteigerungen bei gleichzeitiger Krätzerreduktion und wird in die vorhandene Ofensteuerung integriert. Die Investitionskosten sind dabei überschaubar.

Für eine gute Vorwärmung des chargierten Gutes ist eine ausreichende Abgasmenge erforderlich. Um den hohen Wirkungsgrad der Sauerstoffbrenner zu nutzen und einen optimalen konvektiven Wärmeübergang zu erzielen, ist deshalb die Installation eines Heißgasgebläses sinnvoll.

Betriebsdaten		Luft Brenner	Luft / Sauerstoff Brenner	Heißgasgebläse + Sauerstoffbrenner
Schmelzleistung	[t/h]	1,4	2,1	3,5
Schmelzleistung %	[%]	100	150	250
Krätzermenge	[t/h]	100	71	45
Sauerstoffverbrauch	[Nm³/h]	0	75	88
Endgasverbrauch	[Nm³/h]	100	45	43
Produktion	[t/a]	10.000	15.000	28.200
Energiekosten	[€/t]	15,4	18,4	18,1
Aluminiumgewinn	[€/t]		100	554
Einsparis	[€/t]		12,35	29,35

Abb. 7: Vorteile an einem 15t-Schachtschmelzofen [3]

Es können je nach Vorgabe Sauerstoffbrenner wie auch Sauerstoff/Luftbrenner eingesetzt werden. Des weiteren bietet das System den Vorteil, dass ölhaltige Schrotte eingesetzt werden können, da die Schwelgase durch die zirkulierenden Ofengase verbrannt werden.

3.2. Kupolöfen in Eisen-Giessereien

Der Kupolofen wird in Mitteleuropa in Eisengiessereien häufig als Schmelzaggregat eingesetzt. Die Beschickung von Rohstoff und Koks erfolgt von oben und die Wärme der Verbrennungsgase wird von unten im Gegenstromprinzip auf die Beschickung übertragen.

Die für den Prozess notwendige Energie wird im Ofen selbst durch Verbrennung von Koks mit Luft, auch Wind genannt, bzw. Wind/Sauerstoff erzeugt. Die Zone der Verbrennung liegt auf der Höhe der Winddüsen und wird von der Schmelzzone überlagert, darüber bildet sich eine reduzierende Zone aus. **Abb. 8** zeigt die Reaktionen in Verbrennungs- und Reduktionszone. In der Schmelzzone wird die Beschickung geschmolzen und es kommt zu einer Überhitzung des Eisens. In der Vorwärmzone im oberen Schachtbereich erfolgt der Wärmeübergang zwischen Ofengas und Einsatzmaterial. Die Schmelzleistung erhöht sich mit zunehmender Windmenge und abnehmendem Kokssatz.



Abb. 8: Reaktionen in Verbrennungs- und Reduktionszone.

Im Laufe der Jahre haben sich verschiedene Ofentypen entwickelt. So kann zwischen koksbeheizten und kokslosen Kupolöfen, Kaltwind- und Heißwindkupolöfen, Kupolöfen mit wassergekühltem, mit ungekühltem Mantel, Kupolöfen mit Kurzzeit- und Langzeitauskleidung, Kupolöfen mit ein oder zwei Düsenreihen, sowie Kupolöfen mit und ohne Sauerstoffeintrag im Wind unterschieden werden.

Je nach Zielsetzung des Unternehmens kann Sauerstoff als Ergänzung bzw. zusätzlich zur Windmenge eingesetzt werden. Ursprünglich wurde der, für die Verbrennung notwendige Wind mit Sauerstoff angereichert. Weitere Entwicklungen ergaben, dass mit in den Winddüsen positionierten Lanzen direkt eingedüstem Sauerstoff noch bessere Schmelzresultate erzielt werden können. Die wichtigsten Vorteile sind [4]:

- höhere Schmelzleistung
- Reduzierung des Kokssatzes
- niedere Schmelzkosten.

Besonders effektiv sind Eintragsysteme, die eine hohe Eindringtiefe des Sauerstoffs in das Koks Bett bewirken. Dies kann durch gebündelten Überschalleintrag von Sauerstoff erreicht werden. Ziel ist es, eine einheitliche Temperaturerhöhung und ein gleichmäßiges Aufschmelzen der Beschickung über den gesamten Ofenquerschnitt, ohne zusätzlichen Verschleiß des Feuerfestmaterials, zu erreichen.

Gemäß dem Boudouard'schen Gleichgewicht steigt der Kohlenmonoxid Anteil im Gas. Aufgrund der reduzierend wirkenden Gasatmosphäre und der höheren Eisentemperatur nimmt die Löslichkeit von Kohlenstoff im Eisen zu und die Abbrände sinken. Daher lassen sich neben Koks auch Legierungselemente einsparen.

Bei Messer wurde ein solches Sauerstoffeintragsverfahren unter dem Namen „Oxijet“ auf den Markt gebracht und über die Jahre bis zum heute bekannten Verfahren „Geregeltes Oxijet“ weiter entwickelt. Derzeit sind mehr als 30 installierte Anlagen in Betrieb. Das patentierte System besteht aus einer Regelung, einer Steuereinheit und Sauerstoffanlagen mit Lavaldüsen, die für jeden Einsatz ausgelegt werden. Wesentlich ist, dass spezielle Schnellschaltventile so nahe wie

möglich an den Lanzen liegen, um in jeder Phase des Sauerstoffeintrages Überschallgeschwindigkeit zu gewährleisten. Mit dem geregelten Sauerstoffeintrag kann die Sauerstoffmenge nach Wunsch der Schmelzleistung angepasst werden. **Abb. 9** und **10** zeigen den spezifischen Sauerstoffbedarf im Vergleich zum herkömmlichen Oxijet®-Verfahren.

Beispiel Grauguss		normales Oxijet®	geregeltes Oxijet®
Schmelzleistung	[t/h]	9,8	10,1
Kokseinsparung	[kg/t]	-	16,7
spez. Sauerstoffeinsparung	[Nm³/t]	-	3,5

Abb. 9: Vorteile des geregelten Oxijet®-Verfahrens bei der Graugussproduktion [5]

Beispiel Sphäroguss		normales Oxijet®	geregeltes Oxijet®
Schmelzleistung	[t/h]	7,8	8,5
Kokseinsparung	[kg/t]	-	16,7
spez. Sauerstoffeinsparung	[Nm³/t]	-	6,1

Abb. 10: Vorteile des geregelten Oxijet®-Verfahrens bei der Sphärogussproduktion [5]

Neben allen verfahrenstechnischen Vorteilen bietet das System mit seinem durchdachten, einfachen Aufbau niedrigen Wartungsaufwand, schnelle Montage, einfache Bedienung, niedrige Investitionskosten und lange Lebensdauer.

Im Wesentlichen ist die Einsatzmenge von Rohstoff, Wind/Sauerstoffmenge, Eisendurchsatz und Eisentemperatur aufeinander abzustimmen. Die Feinabstimmung der geregelten Taktfrequenz (**Abb. 11**) des Sauerstoffeintrages erfolgt bei Inbetriebnahme vor Ort, die optimierten Parameter werden gespeichert und können für jedes Produkt bzw. jede Schmelzleistung immer wieder abgerufen werden. Vorteile bei Einsatz von Sauerstoff mit geregelterm Eintrag in Kupolöfen sind:

- Höhere Temperatur über gesamten Ofenquerschnitt
- Anpassung des Sauerstoffbedarfs an die Schmelzleistung
- Flachere Kurve des Betriebsoptimums
- Höhere Löslichkeit von Kohlenstoff im Eisen
- Weniger Abbrand
- Einsparung von Legierungselementen
- Niedrigerer Kokssatz
- Höhere Schmelzleistung
- Niedrigere Schmelzkosten

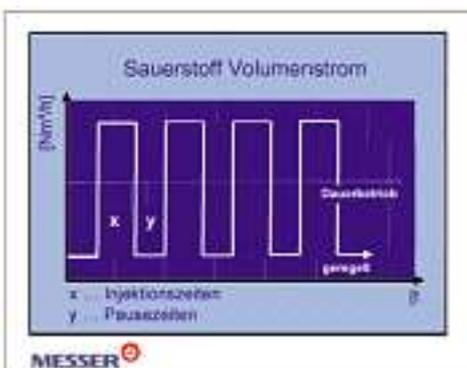


Abb. 11: Darstellung des geregelten Sauerstoffvolumenstromes

Drehtrommelöfen

In Europa sind viele Drehtrommelöfen (DTO) hauptsächlich zum Umschmelzen von Aluminiumschrotten und -krätzen, aber auch von Cu Legierungen und Pb Schrott im Einsatz. Die Wärmeübertragung im Drehtrommelofen findet im wesentlichen durch die rotierende, in das Schmelzgut eintauchende heiße Ofenwandung statt, die direkt von der Brennerflamme aufgeheizt wird. Für diesen Ofentyp eignet sich die O₂-Flamme besonders gut.

Bereits Anfang der 90er Jahre stellte Messer das erste Sekundär-Aluminiumschmelzaggregat auf Öl/Sauerstoff-Brenner um. Aufgrund der geringeren Energiekosten sollte hier auch nach der Umstellung auf Sauerstoffbrenner mit Schweröl gearbeitet werden. Die Regeltechnik für die Öl-Sauerstoffbrenner wurde speziell für den Einsatz am Drehtrommelofen ausgelegt. So sind verschiedene Brennerleistungen und je nach Einsatzmaterial unterschiedliche Voreinstellungen für das Verbrennungsverhältnis als Steuergrößen abrufbar. Für den erfolgreichen Wechsel zum Sauerstoffbrenner sind folgende Punkte besonders zu beachten:

- Anpassen der Brennerleistung zum Schutz des Aluminiums vor Überhitzung
- dicht schließende Chargiertür und eine Druckregelung zur Vermeidung von
- Fremdlufteinfall in den Ofen
- Brenner Positionierung und Stöchiometrie

Zum Verringern der Energieverbräuche und der Emissionen wurde der Brenner an der Abgasseite neben dem Abgaskanal installiert. Erreichte

Betriebsdaten	Öl/Luft Brenner	Öl/Sauerstoff Brenner in Türe	im Abgas	Einsparung in [%]
top to top	100	70	70	30
Ölverbrauch	140	80,9	57	80
Staubbelastung	25	15	6	76

Abb. 12: Vergleichsdaten vor und nach der Umrüstung eines DTO auf Sauerstoff

Betriebsdaten	Erdgas/Öl/Luft Brenner	Erdgas/Sauerstoff Brenner
Brutto Chargiergewicht	4.800	4.800
Netto Abguss	3.480	3.550
Ausbringen	72,5	74
Dauer der Charge		
Chargieren	1	1
Schmelzen	5	4
Raffinieren	0,5	0,5
Abkrätzen	0,5	0,5
Gießen	1	1
Gesamtzeit Charge	8	7
Energieverbrauch		
Erdgasverbrauch	329	104
Sauerstoffverbrauch	0	210
Ölverbrauch	120	0
Energiekosten		
Erdgas	62,7	19,8
Sauerstoff	0	35
Öl	46,3	0
Miete Equipment	0	2,7
Gesamtkosten	109	57,5
Einsparung		51,5

Abb. 13: Daten eines 5t DTO für Cu-Legierungen optimiert mit O₂ Brenner [6]

Daten sind in **Abb. 12** dargestellt. Durch Variation der Flammstöchiometrie vermindern sich die Emissionen von Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen. Aufgrund der geringeren Abgasvolumina des Sauerstoffbrenners verringert sich die Strömungsgeschwindigkeit des Abgases im Ofen. Dadurch werden weniger Staub und Salz aus dem Ofen ausgetragen. Zusätzlich sind eine Ofendruckregelung und eine dicht schließende Ofentür erforderlich, um Fremdluft einfall zu verhindern.

In der **Abb. 13** wurden Daten für einen 5t DTO für Cu-Legierungen vor dem Umbau und nach der Inbetriebnahme mit Sauerstoffbrenner, positioniert an der Abgasseite, dargestellt. Durch die Umstellung konnten die Energiekosten um ca.45 % gesenkt werden mit gleichzeitiger Leistungssteigerung um fast 30 % und einem verbesserten Ausbringen.



Abb. 14: Kippbarer 14t Drehtrommelofen mit Erdgas/Sauerstoffbrenner

Beim kippbaren Drehtrommelofen (TTRF = Tilt Type Rotary Furnace **Abb. 14**) wird der gesamte Ofen hydraulisch angehoben und Metall und Salzschlacke werden nacheinander durch eine große Ofentür abgestochen. Dies erlaubt die Fahrweise mit einer trockenen Salzschlacke und vermindert, im Vergleich zur normalen Fahrweise, im Drehtrommelofen den Salzverbrauch. Darüber hinaus enthält die Salzschlacke weniger Aluminium (**Abb 15**).

Betriebsdaten	DTO mit Luftbrenner	TTRF mit Sauerstoffbrenner
Kapazität [t]	20	14
Salzfaktor [-]	1,2	0,35
Schmelzzeit [h]	6	3,5
Energieverbrauch [kWh/t]	1100	380
Krätzeinsatz [t]	13,6	12,4
Salzeinsatz [t]	6,4	1,8
Metallabstich [t]	8,3	8
Schlackenabstich [t]	11,4	6
Produktion [t/d]	33	54
Salzkosten [€/tsp]	480	120
Schlackenbehandlung [€/tsp]	1140	600
Betriebskosten		
Zusatzkosten Salz [€/t]	195	90
Erdgaskosten [€/t]	22	8
Sauerstoffkosten [€/t]	0	8
Betriebskosten [€/t]	217	106

Abb. 15: Datenvergleich von nassen und trockenen Salzschmelzverfahren

Dieser Ofentyp erfordert für die Abgasabführung eine Haubenkonstruktion. Um das Volumen des Ofenrauchgases zu reduzieren, werden diese Öfen bevorzugt mit Erdgas/Sauerstoff Brennern betrieben, wodurch der Gasverbrauch in m³/t Metall um etwa 40-50 % und das Rauchgasvolumen in m³/t Metall um etwa 80-90 % abgesenkt wer-

den und dabei gleichzeitig die Metallausbeute um einige Prozent erhöht und die Ofenreisezeiten um ca. 50 % verkürzt werden **[7]**. Dieser Ofentyp eignet sich besonders für das Schmelzen hochoxidhaltiger Materialien, wie z.B. Krätze; sein Nachteil liegt in der durch den geringen Salzeinsatz bedingten Gefahr von Krätzebrand; d. h. dieser Ofentyp verlangt die stete Aufmerksamkeit des Betriebspersonals.

Der Einsatz eines an das Ofendesign angepassten Sauerstoffbrenners sowie die intelligente Prozesskontrolle bilden die Basis für den Erfolg des Verfahrens. Mit Hilfe einer thermischen Modellberechnung wurden die strahlungsintensive Sauerstoffflamme und die Geometrie des Ofens optimiert. Die besondere Konstruktion der Ofentür mit Sauerstoffbrenner und Abgaskanal minimiert den Fremdluft einfall in den Ofen. Das resultiert in einem Energieverbrauch von weniger als 400 kWh pro Tonne Einsatzmaterial bei hohem Metallausbringen. Beim Schmelzen mit geringen Salzmengen besteht eine erhöhte Oxidationsgefahr für das Aluminium – vor allem bei unkontrolliertem Brenner Einsatz und freiem Sauerstoff in der Ofenatmosphäre. Deshalb ist eine automatisierte Steuerung zur Unterstützung des Betriebspersonals erforderlich. Im Rechner werden nach Eingabe der Chargiergewichte die benötigten Salzmengen und die erforderliche Energie berechnet. Auf einem Bildschirm bekommt der Operator eine Rückmeldung über wichtige Ofendaten (z.B. Abgastemperatur, Energieverbrauch, Brennerstöchiometrie, Rotation) und kann so den exakten Abstichzeitpunkt erkennen. Die Prozesskontrolle sichert ein höheres Metallausbringen, geringeren Salzverbrauch, höhere Schmelzleistung und niedrigen Energieverbrauch.

Weniger Salz bedeutet weniger Salzschlacke und gleichzeitig auch deutliche Minderung der Deponie- und auch Gesamtbetriebskosten pro Tonne Aluminium.

Diese Vorteile lassen die Schmelzkosten drastisch sinken, so dass sich entsprechende Investitionen in einen neuen Ofen in kurzer Zeit amortisieren.

Herdöfen

Um den Salzschlackeanfall zu mindern, können Aluminiumschrotte mit wenig Oxidanhaftungen salzfrei in Herdöfen eingeschmolzen werden. Dünnwandige Schrotte mit hohen Gehalten an organischen Verunreinigungen werden in sogenannten 2-Kammer-Herdöfen eingeschmolzen. Für sehr kleinstückige Schrotte mit einer hohen spezifischen Oberfläche, wie zum Beispiel Späne, werden Side Well Herdöfen angewendet.

Sauerstoffverbrennung kann, falls die Wirtschaftlichkeit gegeben ist, in allen Fällen angewendet werden **[8,9]**. Nachfolgend einige Beispiele von erfolgreichen Umstellungen bzw. Neubau:

In der **Abb. 16** sind die Daten eines 10t Herdofens dargestellt, welcher mit einem kombinierten Luft-Sauerstoffbrenner zur Leistungssteigerung ausgestattet wurde. Diese Lösung wurde ausgewählt, damit die Strahlung der Flamme nicht zu überhöhten Gewölbetemperaturen führt. Weiters war dadurch die Möglichkeit einer reinen Luftfahrweise in den Haltezeiten gegeben, um die Wirtschaftlichkeit zu verbessern.

Betriebsdaten	Luft Brenner	Luft/Sauerstoff Brenner
Brennerposition	Solltenwand	Stirnwand
Brennertyp		Flat Flame
Schmelzzeit [h]	8	5,5
Erdgasverbrauch [%]	100	52
Sauerstoffverbrauch [Nm³/t]	0	75
Energiekosten [%]	100	82

Abb. 16: Leistungssteigerung eines 10t Ein-Kammer-Herdofens durch Luft-Sauerstoff-Brenner

Die **Abb. 17** zeigt die Anordnung der Sauerstoffbrenner für einen 100% igen Neubau im Falle



Abb. 17: Beispiel eines Zwei-Kammer- und eines Side-Well-Herdofens ausgestattet mit Sauerstoff-Brennern

- a) eines Side Well Herdofens mit Niedrig-Impuls-Brennern und
- b) eines 2-Kammer-Herdofens mit Sauerstoffbrennern in einem Heissgas- Umwälzungssystem – dieser Ofen wird durch abgeschlossene Container chargiert. Der Boden des Containers wird entfernt und der Schrott fällt in die Schmelzkammer, wo zwei Schmelzbrenner positioniert sind. Zusätzlich werden in der Warmhaltekommer T-Bars chargiert und durch einen weiteren Sauerstoff-Heissgas- Brenner geschmolzen.

Elektrolichtbogenöfen in Giessereien

Mehr als 40 % der weltweiten Produktion von Stahl und Eisen erfolgen in Elektrolichtbogenöfen. Auch in vielen Giessereien werden Elektrolichtbogenöfen zum Einschmelzen von Schrott verwendet. Um die Wirtschaftlichkeit zu verbessern sind wesentliche Entwicklungen der letzten Jahrzehnte bei Transformatoren, Panels, Ofengeometrie, Schaumslagentechnologie, Automation, Elektrodenregulierung, Hydraulik und Einsatz von Sauerstoff Stand der Technik.

Zu Beginn wurde Sauerstoff händisch mit Lanzen durch die Türe eingebracht, bald darauf ersetzten Lanzenmanipulatoren diese Form des Eintrages. Der Nachteil, dass die Energieeinbringung nur im Türbereich stattfindet und der Prozess nicht geschlossen ist, d.h. Falschlufteintrag durch die offene Türe erfolgt, führte zum Einsatz von Brennern mit Überschallsauerstoffeintrag in Kombination mit Kohlenstaubeintragssystemen, die über den gesamten Querschnitt verteilt angebracht sind, um „cold spots“ zu vermeiden und ein gleichmäßiges Schrotteinschmelzen zu garantieren.

Ziel ist es, durch das Einbringen der chemischen Energie Sauerstoff/ Erdgas bzw Sauerstoff/Öl die Schmelzkosten zu reduzieren. Dies wird hauptsächlich durch den Ersatz von elektrischer durch chemische Energie (ca. 25 – 35 %), Verbesserung der Schaumslagentechnologie, Einsparungen beim Elektrodenverbrauch, kürzere power-on Zeiten sowie Minimierung der tap-to-tap Zeiten gewährleistet. Köster Technologies, ein Teil von Techint, bietet ein solches System unter der Bezeichnung KT Injection System an, das in Europa in Zusammenarbeit mit Messer vermarktet wird und in den letzten vier Jahren über 40 mal weltweit installiert wurde.

Die „KT Oxygen lances“ (Abb. 18) können, auf Grund ihres patentierten Kühlsystems (Ultra Safe Cooling System), knapp über der Stahlbadoberfläche im Bereich der Schaumslagete montiert werden. Die Position der Lanze ist in Abb. 19 dargestellt [10, 11]. In der Schmelzphase werden die Lanzen als hocheffiziente Brenner eingesetzt. Das Verbrennungsverhältnis wird leicht überstöchiometrisch eingestellt. Während der Refinement wird der Sauerstoff mit Über-

schallgeschwindigkeit von ca. 2 Mach und gebündelt durch die Brennerflamme in das Stahlbad bis zu 2 Meter eingebracht [12]. Der spezifische Sauerstoffbedarf liegt zwischen 25 und 40 Nm³/t

Die „KT Carbon Injectors“ haben die gleichen Vorteile, ein patentiertes Kühlsystem sowie eine Bündelung des Kohlenstoffeintrages durch die Brennerflamme und können daher in ähnlicher Position wie die „KT Oxygen lances“ montiert werden. Der Kohlenstoff schützt die „hot spots“ vor zu großer Überhitzung, minimiert den Verschleiß des Feuerfestmaterials, unterstützt die Schaumslagetenbildung, erhöht den elektrischen Energieeintrag und verringert die Oxidation der Elektroden [10, 11].

Das „Ultra Safe Cooling System“ basiert auf Kühlung mit einem Wasser-Luft Sprühnebel. Dieser erlaubt gegenüber herkömmlicher Systeme die Kühlwassermenge auf ein Zehntel zu reduzieren. Je nach Auslegung der Lanze genügen 2 – 4 m³/h Kühlwasser. Die Lanzen werden zum Schutz vor mechanischer Beschädigung, insbesondere durch Schrott beim Chargieren, in einen amierten Kupferblock eingegossen. Durch ein optimiertes Zusammenspiel von Sauerstoff und Kohlenstoff kann auch der FeO Gehalt in der Schlacke reduziert werden. Im Vergleich zu anderen Systemen ist auf Grund der Nähe der Lanzen zum Stahlbad der Sauerstoffverbrauch auf Grund der höheren Leistungsfähigkeit geringer.

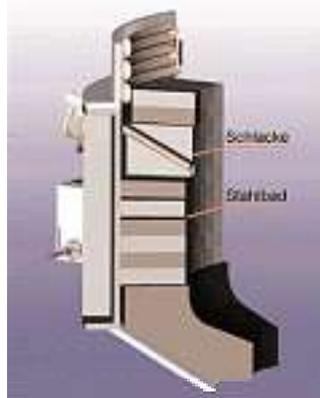


Abb. 19: Position der KT Lanzen im Elektrolichtbogenofen

In der Abb. 20 sind die erreichten Daten, errechnet aus monatlichen Durchschnittswerten, gesammelt über einen Zeitraum von 2002 bis 2003 von 40 Firmen, die in Summe 20 Mio Tonnen Stahl produzieren, ersichtlich [13]. Die Abweichungen der Minimum- und Maximumwerte erklären sich dadurch, dass der Einsatz des chemischen Paketes auf die örtlichen Gegebenheiten und Voraussetzungen abgestimmt ist. Der Trend, den Einsatz der elektrischen Energie noch weiter unter 400 kWh/t zu drücken, ist absehbar.



Abb. 18: Sauerstofflanze des KT Injection Systems

Betriebsdaten		Durchschnitt	Minimum	Maximum
Chargiergewicht	[t]	101	24,2	196,5
Ablichtgewicht	[t]	87	21,3	160
Ausbringen	[%]	86	78	93,7
Power on Zeit	[min]	52	15,2	160
Power off Zeit	[min]	20	6	46
Tap to Tap Zeit	[min]	72	43	203
Leistung	[MW]	46	12,3	95,8
Elektrische Energie	[kWh/t]	433	318	525
Sauerstoffverbrauch	[Nm ³ /t]	32	18	60
Erdgasverbrauch	[Nm ³ /t]	5	0	13
Kohlenstoffverbrauch total	[kg/t]	13	4	31
FeO in Schlacke	[%]	34	28	46
Elektrodenverbrauch	[kg/t]	1,97	1	3,1
Ablichttemperatur	[°C]	1640	1600	1720

ENERGIEVERBRUCH UND VERBREITUNG ORIENTIERT NACH DER ABLICHTGEWICHT

Abb. 20: Betriebsdaten von Elektrolichtbogenöfen mit KT Injection System

Das gesamte Paket für den Eintrag chemischer Energie besteht aus den Sauerstoff- bzw Kohlenstoffanlagen, die in Modulbauweise gefertigt sind, der Regelung und der Steuerung von Sauerstoff und Brennstoff, dem pneumatischen Kohlenstoffeintragsystem und der gesamten Automation mit Software. Um die Wirtschaftlichkeit noch weiter zu steigern, ist die Kombination des chemischen Paketes mit Elektrodenregulierung TDR-H und dem Hydrauliksystem mit „High Response Valve“ zur Elektrodenbewegung von Vorteil.

Die optimale Position der Lanzen, welche für jeden Ofen bei Techint simuliert wird, das „Ultra Safe Cooling System“, welches höchste Sicherheit während der Produktion garantiert, die Modulbauweise, die sofortige Änderungen auf neue Gegebenheiten der Produktion erlaubt und Instandhaltungsarbeiten minimiert, sowie die exakte Kenntnis der Prozessabläufe als auch die ständige Weiterentwicklung des gesamten Systems sind die Basis für die von Techint garantierten unternehmerischen Vorteile, die alle auf eine Reduktion der Schmelzkosten abzielen.

Nachverbrennung

Durch den gezielten Einsatz von reinem Sauerstoff bei verschiedenen Hochtemperaturverfahren wird der Wirkungsgrad verbessert, Energie eingespart und die Schadstoffemission gesenkt. Mit den von Messer dazu entwickelten Verfahren lassen sich vor allem die Durchsatzleistungen steigern, sowie die gesetzlichen Abgasgrenzwerte bezüglich Kohlenmonoxid und unverbrannter Kohlenwasserstoffe durch Nachverbrennung sicher einhalten.

Im wesentlichen läuft die Nachverbrennung in drei Schritten ab:

- Mischen der Reaktionspartner
- Zündung
- Reaktion

Der oxidative Abbau der Kohlenwasserstoffe erfolgt über Kohlenmonoxid bis zu Kohlendioxid. Temperatur, Verweilzeit und Sauerstoffangebot bestimmen hierbei das CO/CO₂-Verhältnis, sowie den Abbau von Dioxin und Furanen.

Durch reinen Sauerstoff steigen nicht nur die Flammentemperaturen, durch den höheren Sauerstoffpartialdruck verlängert sich bei geringerer Gaszufuhr auch die Verweilzeit. Daraus ergeben sich eine Reihe von verfahrenstechnischen Vorteilen, die unvollständige Verbrennung vermeiden:

- Anstieg der Prozess Temperatur
- erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit
- verbessertes Zündverhalten
- verbesserter feuerungstechnischer Wirkungsgrad
- geringerer Brennstoffverbrauch
- mehr Leistung
- reduzierte Abgasmenge

In **Abb. 21** werden mit Einsatz von Sauerstoff erzielte Daten von Restkohlenwasserstoffen und Restkohlenmonoxid im Abgas im Vergleich zum Einsatz von Luft beim Einschmelzen von Getränkedosen dargestellt [14].

Die durch die Sauerstoffzufuhr entstandenen höheren Prozesstemperaturen und Sauerstoffpartialdrücke fördern zwar in der Reaktionszone die thermische Stickstoffoxidbildung, diese lässt sich aber durch eine gestufte Verbrennungsführung bzw. eine Abgasrezirkulation zur Vermeidung von Temperaturspitzen deutlich senken.

Die Optimierung der Nachverbrennung erfolgt durch Sauerstoffanlagen bzw Brenner. Liefert die Abgasanalyse beispielsweise bei steigender Temperatur einen mangelnden Ausbrand mit gleichzeitiger Ab-

Verfahrensvarianten	Restkohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₁₆ in [%]	Restkohlenmonoxid C ₁₀ -C ₁₆ in [%]
Luftbrenner	20 - 50	8 - 7,5
Sauerstoffbrenner	0,5 - 1	2 - 7,5
Luftbrenner + O ₂ -Lanze	< 0,01	< 0,01
Sauerstoffbrenner + O ₂ -Lanze	< 0,01	< 0,01

Abb. 21: Organische Emissionen beim Einschmelzen von Getränkedosen

nahme der O₂-Konzentration, so lässt sich der Ausbrand mit gezieltem Sauerstoffeinsatz über O₂-Lanzen verbessern. Ist die Verbrennung dagegen unvollständig mit in manchen Fällen geringen Auswirkungen auf Temperatur und Sauerstoffkonzentration, so kann durch den Einsatz von Drall-Lanzen das Mischungsverhalten verbessert und gegebenenfalls durch Sauerstoff-Brenner die Temperatur angehoben werden.

Fazit ist, dass ein Einsatz von Sauerstoff bei der Nachverbrennung eine Einhaltung der Emissionsgrenzwerte bei geringen Investitionskosten ermöglicht.

Literatur

- [1] Wieck, D.: Sauerstoff für Hochtemperaturprozesse, Messer Sonderdruck Ausgabe 9037, 1998
- [2] Flamme, M.; Franke, H.; GroßG.: NO_x arme Erdgas-Sauerstoff-Brenner für Hochtemperaturprozesse, Gaswärme International 43, Heft 9, 1994
- [3] Spoljaric, D.; Wieck, D.: Sauerstoff zum Schmelzen von Aluminium, gas aktuell 61, 2001
- [4] Neumann, F.: Optimierung des Kupolofenprozesses durch Sauerstoffzusatz, Giesserei Heft 5, 1999
- [5] Bosch, J.; Hamberger, R.: Kupolöfen, geregelte Überschallinjektion von Sauerstoff, Gas aktuell 62, Januar 2002
- [6] Klemencic, A.: Uporaba gorilnika s kisikom za Taljenje bakrovih zlitin na Rotcijski Talilni peci, 43. Istarsko posvetovanje, Portoroz, 2003
- [7] Boin, U.; Linsmeyer, T.; Neubacher, F.; Winter, B.: Stand der Technik in der Sekundäraluminiumerzeugung in Hinblick auf die IPPC-Richtlinie, Umweltbundesamt Monographien Band 120, Wien, 2000
- [8] Gershtein, V.Y.; D'Agostini, M.D.; Hewertson, R.J.: Economics of Oxygen based Aluminium smelters, Industrial heating
- [9] Gershtein, V.Y.; Baukal, C.E.; Hewertson, R.J.: Oxygen Enrichment of side well Aluminium furnaces, Industrial heating
- [10] Bosi, P.; Memoli, F.; Rondi, M.: Increase of productivity in Dalmine Steel plant through the application of innovativ electrical and chemical technologies, 7th European Electric Steelmaking Conference, Venice, 2002
- [11] Harris, C.; Holmes, G.; Wyk, P.: Operating results achieved at Davsteel EAF, utilising Techint technology, 7th European Electric Steelmaking Conference, Venice, 2002
- [12] Corbella, M.; Mapelli, C.; Memoli, F.: Simulation of oxygen penetration and decarburisation in EAF using supersonic injection system, ISIJ International, Vol 44, No 8, pp 1342-1349, 2004
- [13] Lückhoff, P.; Memoli, F.: Benchmark study of the EAF plants using KT System (Case of long product carbon steel), AISE Annual Convention, Pittsburgh, 2003
- [14] Bosch, J.; Wieck, D.: Sauerstoff macht der Verbrennung Beine, gas aktuell 57, 1999

Kontaktadresse:

Messer Austria GmbH, A-2352 Gumpoldskirchen, Am Kanal 2,
Tel.: +49 50603 281, Fax: 388, E-Mail: burkhardt.holleis@messergroup.com,
www.messer.at

Die Leistung aus einer Hand!



**Modellbau
Grauguss und
Sphäroguss bis 6 to
Wärmebehandlung
Farbgebung
Mechanische Bearbeitung
Induktiv Härten**

**= Qualität aus einem
wagnerguss[®]**

**Wagner Schmelztechnik GmbH&Co
A-4470 Enns
office@wagnerguss.com
www.wagnerguss.com**

Die Entwicklung der Notauffanggrube Von der „Schamottegrube“ zum Stand der Technik

Development of an Emergency Collecting Pit for Liquid Metal Melts



Ing. Gernot Annau, Absolvent der Höheren Technischen Bundeslehranstalt Wien X für Maschinenbau und Gießereitechnik. Seit 1993 beschäftigt bei der Silmeta GmbH & Co. KG, gegenwärtig als Projektleiter für Notauffanggruben.

Allgemeines

Seit im Schmelzbetrieb wassergekühlte Elektroöfen zum Einsatz kommen, sind Gruben baulich vorzusehen, die im Falle eines Ofendurchbruchs oder Notabstichs in der Lage sein müssen, den gesamten Ofeninhalt aufzunehmen. Lange Zeit waren die Notauffanggruben ein „stark vernachlässigtes Stiefkind“ innerhalb der Gießerei. Schwere Unfälle und die Tatsache, dass der Schmelzbetrieb immer stärker automatisiert wurde und noch immer wird, führte innerhalb der letzten 20 Jahre zu einer rasanten Entwicklung mehr oder weniger brauchbarer Notauffanggruben. Ideen und Patentanmeldungen reichen von der „explosionssicheren Grube“ (diese ist so groß dimensioniert und massiv ausgeführt, dass sie einer möglichen Explosion standhalten soll) über die „trockene Notauffanggrube“ (anfallendes Wasser wird noch vor der Notauffanggrube abgeleitet) bis zur Notauffanggrube mit Drainage (Wasser und Flüssigmetall werden zu einem Zeitpunkt getrennt, wo dies noch gefahrlos möglich ist).

Explosive Reaktionen im Schmelzbetrieb resultieren in erster Linie aus dem Zusammentreffen von Flüssigmetall und Wasser. Daher wurde die Vorschrift, dass eine Notauffanggrube „trocken“ sein muss, schon sehr bald in die Arbeitsschutzgesetze aufgenommen. Doch wie eine Ofengrube „trocken“ gehalten werden soll, wird nicht beschrieben. Welche Maßnahmen sind zu setzen, wenn die Grube „unter Wasser“ steht? Wie geht man vor, wenn die Grube „nur feucht“ ist? Wie werden – vorwiegend bei Großanlagen – die Fundamente wirkungsvoll vor thermischen Schäden geschützt, u.s.w.?

Der vorliegende Beitrag geht sowohl auf die Vergangenheit, als auch auf die Gegenwart ein, beschreibt den derzeitigen Stand der Technik und gibt darüber hinaus wertvolle Tipps in Bezug auf Planung und Beurteilung von Notauffanggruben.

Die physikalische Explosion

B. Lafrenz¹⁾ beschreibt diese wie folgt [1]: Physikalische Explosionen sind schnell ablaufende Ereignisse unter Freisetzung von u. U. sehr hohen Energien. Diese Ereignisse können ausgelöst werden, wenn eine heiße Schmelze (Metallschmelze) mit einem Kühlmittel (Wasser) in Berührung kommt. Das auslösefähige Stoffsystem ist ein grob verteiltes Gemisch aus heißen Schmelzpartikeln und Kühlmittel. Der Vorgang wird durch einen Triggerimpuls (z.B. einen Druckstoß) ausgelöst, durch den es zu einem Zusammenbruch des Dampfzuges zwischen Schmelze und Kühlmittel und zu einer Fragmentation der Schmelze kommt. Die resultierende rasche Wärmeübertragung führt zu einer spontanen Verdampfung und dem Aufbau einer Druckwelle, die ihrerseits die Bedingungen für eine weitere Aufrechterhaltung der Spontanverdampfung erzeugt. Den schematischen Ablauf zeigt **Bild 1**.

Eine wichtige Voraussetzung für die Ausbildung einer solchen Explosion ist, dass die Temperatur des heißen Mediums über dem Siedepunkt der kalten Flüssigkeit liegt. Je höher die Temperatur des heißen

Mediums über dem Siedepunkt des kalten liegt, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine physikalische Explosion stattfindet.

Eine weitere Voraussetzung für eine physikalische Explosion (wegen der spontanen heftigen Verdampfung auch Dampfexplosion genannt) ist eine Grobvermischung beider Medien miteinander [2].

Es kommt dabei zu einer so schnellen spontanen Verdampfung, dass der entstehende Dampf nicht ausreichend schnell entweichen kann und eine explosionsartige Druckentlastung erfolgt. Eine rechnerische Abschätzung [3,4] hat ergeben, dass das Maximum der Druckwelle bei entsprechenden Temperaturen der Schmelze im Bereich von mehreren 1000 bar liegen kann.

Ein geradezu klassischer Fall einer physikalischen Explosion an einer Horizontalstranggießanlage in Deutschland führte 2003 zu einem Unfall mit schweren Personen- und Sachschäden.

Die strukturelle Explosion

Im Gegensatz zur physikalischen Explosion, die im Moment des Zusammentreffens von Metall und Kühlmittel erfolgt und bei jeder Bauweise vorkommen kann, tritt die strukturelle Explosion auf, wenn entstehender Dampf nicht schnell genug entweichen kann, beziehungsweise im System eingeschlossen wird. Strukturelle Explosionen sind bekannt und treten in Notauffanggruben vor allem dann auf, wenn ungeeignete Drainagebaustoffe (Porenbeton) im Bereich des Bodens verwendet werden und die Verdampfungsfläche insgesamt zu klein ist.

In einer Studie des Instituts für Risikoforschung der Universität Wien „Dampfexpansionsverhalten von Notauffanggruben“ [5] wurde der Zusammenhang zwischen der Wärmeeintragsfläche und der notwendigen Verdampfungsfläche (Fläche, die immer, auch bei gefüllter Grube zur Verfügung stehen muss) erkannt und nachgewiesen. Prinzipiell gilt, dass bei einem Wärmeeintrag von $Q = 1328 \text{ W/m}^2$ (Flüssigeisen) 1 m^3 Dampf pro Sekunde entsteht.

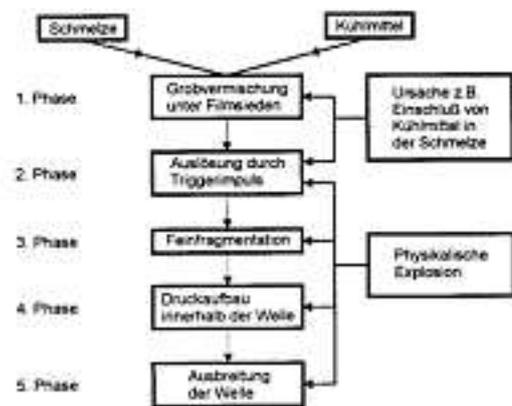


Bild 1: Schematischer Ablauf einer physikalischen Explosion

Die entsprechende Formel lautet wie folgt:

$$A_v = \frac{A_w}{10}$$

A_v ... offene Verdampfungsfläche (muss der Dampf durch den Drainagebaustoff entweichen, so ist die offene Porosität maßgeblich, bzw. bei der Berechnung zu berücksichtigen)

A_w ... Wärmeeintragsfläche (Boden- und/oder Wandflächen, die in direktem Kontakt Metall – Drainagebaustoff stehen)

¹⁾ Dipl. Ing. Bettina Lafrenz, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund, Gruppe AS 12

Diese Beziehung ist auch im VDG Merkblatt S 80 [6] enthalten und verhindert bei Beachtung eine strukturelle Explosion.

Ist die offene Verdampfungsfläche zu gering oder verschlossen, so kommt es innerhalb kurzer Zeit zu sehr hohen Druckbelastungen (> 40 bar) in der Notauffanggrube. In diesem Fall ist mit der Druckentlastung über die Grubenstrukturen, welche bei 40-50 bar an ihre Versagensgrenzen gelangen, zu rechnen [5].

Der Anfang: Ofengruben mit und ohne konstruktive Drainagesysteme

Entweder unter den Öfen oder auch davor wurden Räume vorgesehen, die das flüssige Metall aufnehmen sollten – der sogenannte „Keller“. Solche Gruben waren weder feuerfest ausgeführt noch in einzelne Kammern unterteilt. Trotz der Einfachheit dieser Bauweise kam es – auch bei Wasseraustritt – fast nie zu ernsthaften physikalischen Explosionen infolge eines Ofendurchbruchs. Die oftmals stark mit Gießereisand und Staub verschmutzten Gruben ohne Kammern stellten dem Wasser beziehungsweise Dampf große Flächen und ausreichend Zeit zur Verfügung, um ohne kritischen Druckaufbau entweichen zu können. Sehr viel Zeit und Aufwand nahm jedoch das spätere Entfernen des erstarrten kompakten Metallblocks in Anspruch. Zusätzlich kam es zu thermisch und physikalisch zerstörten Fundamenten, deren Instandsetzung weitere hohe Kosten verursachte.

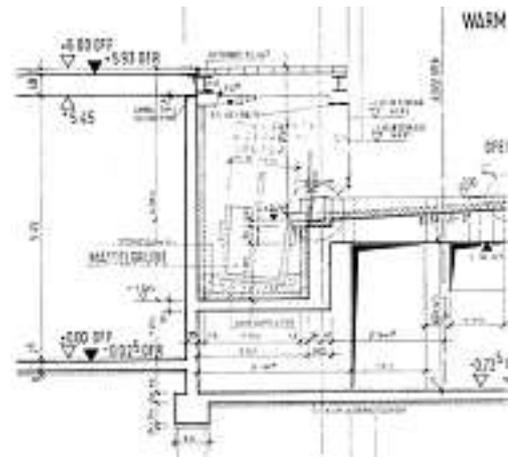


Bild 4: Kokillengrube

(mit dem Boden nach oben) dar, wobei die Zwischenräume der Fässer mit Sand ausgestampft sind. Abgesehen von Kondenswasser in den nach oben dichten Fässern wirkt der Altsand zwischen den Fässern wie ein Schwamm. Sollte er – entgegen dem Normalfall – trocken sein, stellt der im Altsand enthaltene Kohlenstaub ein großes Staubexplosionspotenzial dar. Eine Sichtkontrolle der Auffangkammern ist außerdem nicht möglich. Diese Art und deren Varianten sind unter dem Begriff „Sandgrube“ bekannt (Bild 3). Kokillen anstelle der gemauerten Kammern, die entweder auf einem Schamotte- oder auf Kiesboden stehen, prägen den Begriff der „Kokillengrube“ (Bild 4). Eine am Ende der Ofenstraße (schräger Zulaufteil unter dem Ofengefäß) montierte Rinne soll anfallendes Wasser vor der eigentlichen Auffanggrube ableiten. Die Grube sollte also entsprechend

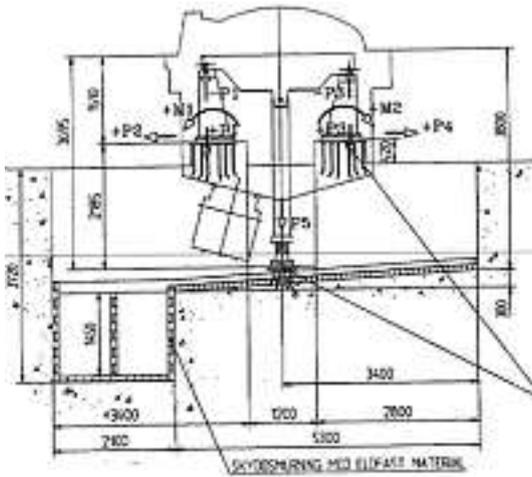


Bild 2: Schamottegrube

Für die immer größer werdenden Schmelz- und Warmhalteaggregate wurden in der Folge Ofengruben erforderlich, die in Auffangkammern unterteilt und deren Fundamente nun feuerfest geschützt sind. In den meisten Fällen wurden (und werden teilweise auch heute noch) Schamottesteine bzw. Feuerfestbetone verwendet. Es entstand die „Schamottegrube“ (Bild 2).

Eine weitere und leider noch immer entgegen jede Vernunft praktizierte Methode (vor allem in Amerika) stellen umgestülpte Fässer

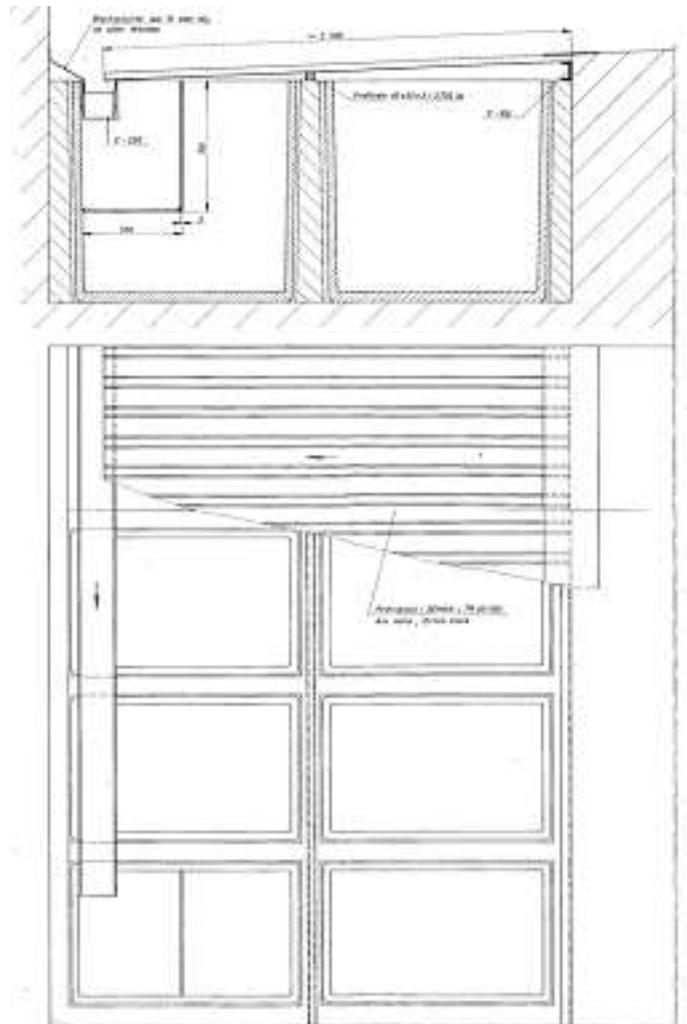


Bild 5: Dachrinnengrube

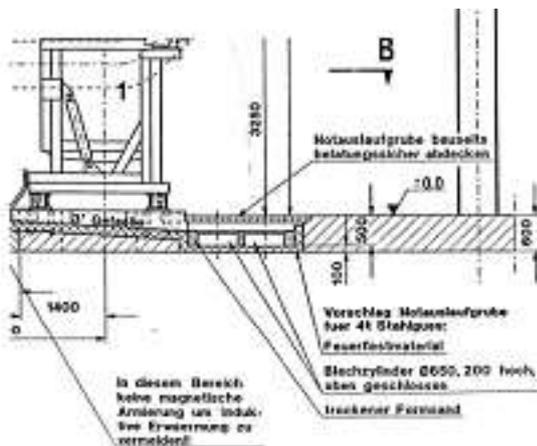


Bild 3: Sandgrube

der Vorschrift trocken bleiben. Diese Variante ist unter der Bezeichnung „Dachrinnengrube“ bekannt (Bild 5).

Sämtliche vorgenannten Ausführungen haben eines gemeinsam: sie decken nur einen geringen Teil der möglichen Fälle bei einem Ofendurchbruch ab und müssen laufend gewartet werden. Somit sind sie im Sinne einer Sicherheitseinrichtung als unzureichend einzustufen.

1986 kam es aufgrund eines Ofendurchbruchs in einer deutschen Gießerei zu einer heftigen Explosion (Bild 6). Die Behörde erkannte erstmals, dass die Vorschrift „die Grube muss trocken sein“ allein nicht genügt, und vor allem nach einem Unfall niemandem hilft. Die Genehmigung derartiger Anlagen wurde in der Folge generell in Frage gestellt.



Bild 6: Physikalische Explosion in deutscher Gießerei

Die Idee: Ofengruben mit Drainagebaustoffen

Das Auffangen von geringen Kühlwassermengen in mit Schotter gefüllten Auffangbecken (Bild 7) war 1986 nicht mehr neu. Vor allem in Stahlwerken wusste man, dass darauf fließende Stahlschmelze rasch und verhältnismäßig risikolos erstarrt; allerdings nur solange das Verhältnis von Wasser / Schmelze / Verdampfungsfläche und vor allem auch der Wärmehaushalt stimmen. Derartige Notauffanggruben benötigen sehr viel Platz, der heute in modernen Gießereien meist nicht vorhanden ist. Somit würde das Flüssigeisen die im Verhältnis zu geringe Schottermenge (Kies wäre zu fein!) rasch durchdringen und im Abflusskanal oder Pumpensumpf explosionsartig reagieren.

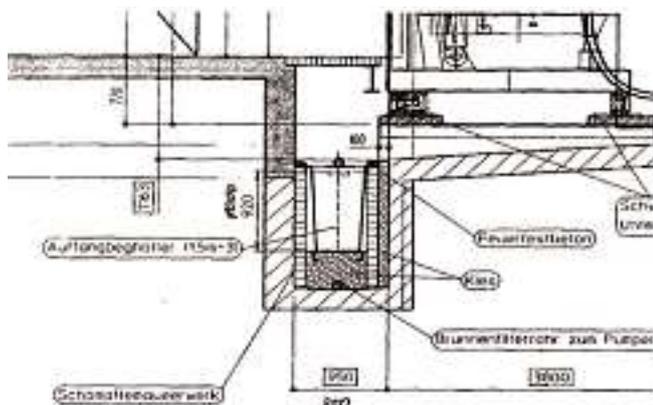


Bild 7: Ofengrube mit Kies als lose Drainage

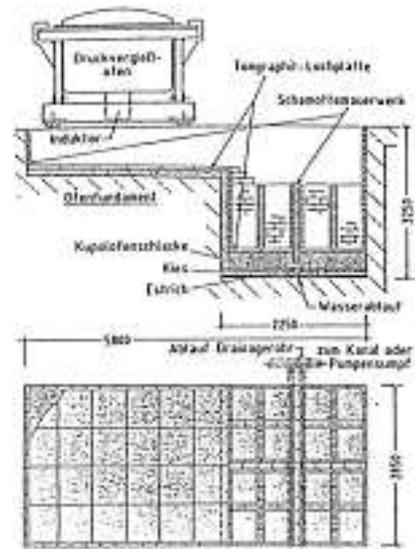


Bild 8: VDG-Grube mit granulierter Kupulofenschlacke

Es ist zweifellos einer kleinen Gruppe erfahrener und, wenn man das Risiko während zahlloser Versuche beachtet, auch mutiger Gießereifachleute innerhalb des VDG Arbeitskreises „Betriebsicherheit von Induktionsöfen“ unter der Leitung von R. Rietzsch²⁾ und A. Rudolph³⁾ zu verdanken, dass ein ebenso einfaches wie wirkungsvolles Drainagematerial gefunden wurde. Bei Georg Fischer Mettmann durchgeführte Versuche zeigten, dass nass granulierte und gesiebte Kupulofenschlacke die Eigenschaft hat, sowohl Wasser abzuleiten als auch bei Kontakt mit Flüssigeisen rasch aufzuschmelzen. Eine in der Folge entwickelte Notauffanggrube wurde am 12. Jänner 1988 dem großen VDG Arbeitskreis vorgestellt und als Bauvorschlag in der Zeitschrift Giesserei 75 (1988) Nr. 22 veröffentlicht (Bild 8). Hier heißt es unter anderem:

Wasser muss durch die Drainage nach unten aus der Ofengrube abfließen können, Eisen muss auf dem Drainagematerial erstarren. Auf das Eisen nachlaufendes Wasser kann nach oben offen verdampfen [7]. Und weiter: Selbst große Mengen Wasser fließen schnell nach unten ab, auf die Schlacke ausfließendes Eisen dagegen wird durch sofortige Versinterung der oberen Schlackenschicht (2 cm) zurückgehalten [7].

Zu diesem Zeitpunkt konnte E. Siegmund⁴⁾ bereits auf eine mehr als 20 jährige Erfahrung als Erstausrüster österreichischer Induktions- und Rinnenöfen mit Notauffanggruben zurückblicken. Hergestellt wurden die Anlagen vor Ort aus Feuerfestbeton: sogenannte „Masselbecken“. Die fertige Grube wurde so gut wie möglich getrocknet und ausgeheizt. Danach lautete das oberste Gebot: „Die Grube muss immer trocken sein!“ Da dies in der Praxis schon damals nicht möglich war, kamen kleinere Explosionen immer wieder vor. Die Überlegung, anfallendes Wasser abzuleiten, scheiterte am Vorhandensein eines geeigneten Drainagematerials, respektive dem Trennen von Wasser und Schmelze. Die Idee des VDG Arbeitskreises, nass granulierte Kupulofenschlacke als Drainagematerial zu verwenden, schien die Lösung zu sein. Anstelle von Grafitlochplatten und gemauerten Trennwänden wurden sogenannte WANNENSTEINE mit einem Fassungsvermögen von 1500 kg Flüssigeisen gefertigt [8]. Im Bereich des Bodens waren Löcher, die mit granulierter Kupulofenschlacke gefüllt waren. Sowohl der VDG Bauvorschlag, als auch die Wannensteinlösung der SILMETA hatten einen gemeinsamen entscheidenden Nachteil. In beiden Fällen kommt es infolge Vibrationen und Verschlämzung innerhalb weniger Monate zu einer Nachverdichtung der Drainage. Danach kann Wasser bestenfalls versickern, nicht aber abfließen.

Der Ofendurchbruch in einer großen deutschen Gießerei, bei dem es zu einem Zwischenfall ohne Schäden kam, beweist die theoretischen Überlegungen in vollem Umfang. Zum Zeitpunkt, als die letzte

²⁾ Dipl. Ing. Rolf Rietzsch, Georg Fischer GmbH & Co. KG in Mettmann.

³⁾ Dipl. Ing. Axel Rudolph, Georg Fischer GmbH & Co. KG in Mettmann.

⁴⁾ Ing. Erwin Siegmund, Geschäftsführender Gesellschafter der Silmeta GmbH & Co. KG, A-3124 Oberwölbling.

Kammer (in Summe ca. 90 t) mit Flüssigseisen gefüllt wurde, war das in der Bodendrainage (Kupolofenschlacke mit Grafitlochplatten abgedeckt) befindliche Wasser noch nicht restlos verdampft. Aufgrund des fortwährenden Wärmeeintrags bildete sich weiterhin Dampf, der aufgrund der zu kleinen Verdampfungsflächen lt. Formel nur mehr durch den Abfluss der Ofenrube zum Pumpensumpf entweichen konnte. In der Folge baute sich entsprechender Dampfdruck auf, der sich letztendlich (und glücklicherweise) über den 12 m entfernten Pumpensumpf entspannte. Dabei wurde ein Schachtdeckel mehrere Meter durch die Halle geschleudert.

Warum, und vor allem unter welchen Voraussetzungen, derartige Anlagen dennoch funktionieren, geht aus einer Studie „Dampfexpansionsverhalten von Notauffanggruben“ [5] des Institutes für Risikoforschung hervor. Die Studie – von SILMETA in Auftrag gegeben – belegt diesen Vorgang nicht nur rechnerisch, sondern ermöglicht auch auf Grund der bereits erwähnten Formel über die offene Verdampfungsfläche A_v die Dimensionierung von Notauffanggruben, die ausschließlich über die Bodenkonstruktion (VDG-Bauvorschlag [7] und VDG Merkblatt [6]) entwässern und abdampfen.

Das auf die Sicherheit seiner Mitarbeiter orientierte Unternehmen wollte nichts dem Zufall überlassen und ließ in einer baugleichen Notauffanggrube bei einem anderen Rinnenofen drei gegenüberliegende Dampfexpansionskammern installieren. Unter Expansionskammern versteht man Auffangkammern innerhalb der Notauffanggrube, bei denen sowohl der Boden als auch die Wände vollständig wasser- und wasserdampfdurchlässig ausgebildet sind. Als Baustoff wird, entsprechend dem VDG Merkblatt, modifizierte Schaumkeramik (festes Drainagematerial) verwendet. Durch Zufall wurde im Laufe der Zeit auch diese Grube „gefütet“. Obwohl viel Wasser im Spiel war, verlief der gesamte „Füllvorgang“ mit 90 t Flüssigseisen völlig ruhig.

Die Innovation: Festes Drainagematerial für Notauffanggruben

Um – wie im Falle der Dampfexpansionskammern – die offenen Verdampfungsflächen zu erhöhen, sowie anfallendes Wasser nicht nur im Bereich des Bodens, sondern auch innerhalb der Trenn- und Umgebungswände abzuleiten, bedarf es eines festen Drainagebaustoffes. Dieser muss wie folgt beschaffen sein:

- Hohes offenes Porenvolumen, um Wasser und Wasserdampf raschest ableiten zu können.

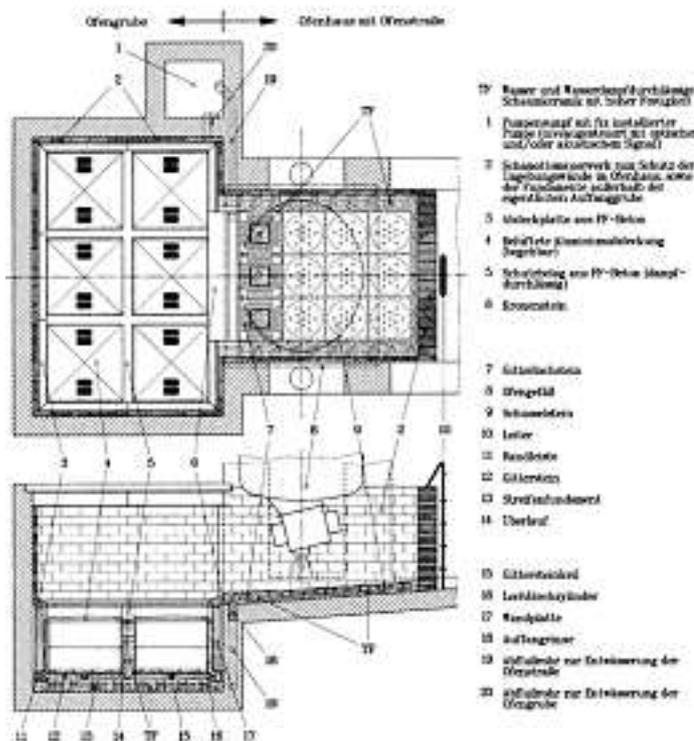


Bild 9: Notauffanggrube mit Schaumkeramik (Fa. Silmeta)

- Ausreichende Feuerfestigkeit
- Ausreichende Festigkeit, um sowohl die statischen als auch die dynamischen Kräfte beim Notkippen aufzunehmen
- Hohe mechanische Festigkeit im allgemeinen
- Schocktemperaturbeständigkeit
- Reaktionsarm gegenüber Flüssigmetall, egal ob der Drainagebaustoff trocken oder bereits durchfeuchtet ist
- Rasches Aufschmelzen und Versintern der Oberfläche, sobald es zu Kontakt mit der Flüssigschmelze kommt

Die modifizierte, für Notauffanggruben geeignete Schaumkeramik, ist heute unter der Handelsbezeichnung Thermofilter KS 91 (für Eisenlegierungen) bekannt und wurde in den Jahren 1990/91 gemeinsam mit dem Forschungszentrum Seibersdorf entwickelt und auch getestet. Das Material ist bis heute nahezu unverändert und wird jeweils auf die aufzunehmende Schmelze abgestimmt. Seit damals ist es möglich, Notauffanggruben zu bauen, die nicht nur im Bodenbereich, sondern zusätzlich über die Wände der Kammern drainieren. Dadurch ist die Gefahr physikalischer Explosionen praktisch nicht mehr gegeben oder zumindest stark minimiert. Die Möglichkeit einer strukturellen Explosion kann allein aufgrund der großen zur Verfügung stehenden Verdampfungsfläche ausgeschlossen werden. Die notwendige offene Verdampfungsfläche wird mittels Dampfexpansionszonen (oberhalb der Auffangkammern), auch bei einer randvoll gefüllten Grube, sichergestellt.

Großanlagen mit Grubeninhalten über 20 t Flüssigseisen stellen noch zusätzliche Anforderungen an den thermischen Schutz der Fundamente. So wurde die „Grube in der Grube“ entwickelt (Bild 9). Die Konstruktion beruht auf Berechnungen von G. H. Weimann [9], der 1994 Notauffanggruben auf ihr thermisches Verhalten während des Füll- bzw. Erstarrungsvorganges simulativ beurteilte. Die Simulation zeigt, dass es bei der von SILMETA angewandten 2-schaligen Konstruktion zu keiner Beeinträchtigung der tragenden Strukturen und Bewehrungen kommt. Selbst dann nicht, wenn keine zusätzlichen Kühlungsmaßnahmen eingeleitet werden (beispielsweise wegen der starken Dampfentwicklung und weil keine Pressluft zur Verfügung steht). Hingegen zeigen Auffangsysteme, die mit Schamottesteinen ausgekleidet sind, dass diese im Hinblick auf Wärmeabfuhr und Aufheizungsretentionsfähigkeit nur eine begrenzt geeignete Lösung darstellen. Die Armierung der Grubenfundamente – bei 25 cm dicker Vormauerung – wird auf über 550 °C erhitzt. Somit sind die Fundamente als tragende Strukturen praktisch nicht mehr geeignet. Der Temperaturverlauf beider Wandaufbauten wurde von E. Siegmund [10] dargestellt.

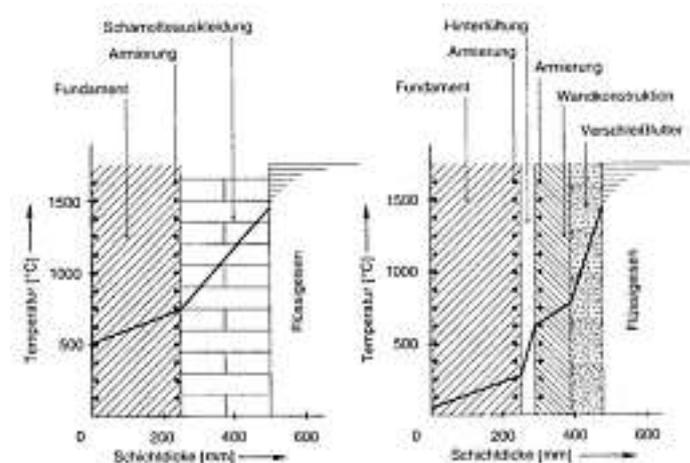


Bild 10: Temperaturverlauf mit und ohne Hinterlüftung

Die Richtlinie: Das VDG-Merkblatt S 80

Etwa 10 Jahre nach Herausgabe des bereits erwähnten Bauvorschlages erkannte der VDG, und hier vor allem E. Hofmann⁵⁾, der schon

⁵⁾ Dr.-Ing. Eckart Hofmann, Institut für Gießereitechnik GmbH, Düsseldorf.

1988 die Ausführung des Bauvorschlages ganz wesentlich beeinflusste, dass ein Merkblatt erstellt werden müsste. Die einzelnen Punkte sollten einerseits dem „Selbstbauer“ das Wesentliche der Notaufanggrube erläutern und andererseits die Industrie zu neuen Lösungen auffordern – immer unter der Voraussetzung, dass die Anlagen dem VDG Merkblatt entsprechen müssen. In diesem Merkblatt sind nicht nur die Anforderungen an Notaufanggruben genau definiert, sondern auch die wesentlichen Baustoffe in Form einer Baustofftabelle zur Herstellung der Notaufanggrube vorgegeben.

Darüber hinaus weist der Punkt 2.1.1. darauf hin, dass derartige Sicherheitseinrichtungen „ausschließlich von sachkundigen Firmen“ installiert werden dürfen. Dieser Punkt soll vor allem verhindern, dass Kunden für Versuche „missbraucht“ werden, wie im folgenden Kapitel beschrieben. Ebenso gibt die Materialtabelle (Bild 11) ausschließlich die bis dahin geprüften und als geeignet (oder nicht geeignet) klassifizierten Baustoffe wieder.

Das Merkblatt S 80 durchlief die übliche Prüf- und Genehmigungsphase und erschien im Jänner 2001 unter der Bezeichnung „Ausführung von Notaufanggruben“.

	Normabweichung nach Merkblatt Zusatzbestimmung Nr. 23	Gussstrahlabwehr nach VDG	Verwendungszweck unter Berücksichtigung der Sicherheitsanforderungen											
										1	2	3	4	
Ortbeton	K.A.	—	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—	—	—
Ortbeton	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—	—	—
Kalksch.	K.A.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●	—	—	—
Gebirge 20-50 mm (steil abgewinkel)	K.A.	K.A.	K.A.	—	●	—	—	—	—	—	—	●	—	—
Foamant	K.A.	100	70	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Feuerfestbeton M 2,0-2,5 (fest, glasiert)	17	1000	50	—	●	○ ¹	—	—	—	—	—	—	—	—
feste Drainage (Schaumkeramik)	M	2100	300	●	●	●	—	—	—	—	—	●	●	●
Schwarzeisen	4	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—
FF-Ladeguss (Tanggraben)	2	K.A.	K.A.	●	—	—	—	—	—	—	—	●	●	○ ³
FF-Gebirge (GG)	6	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—
FF-Keramik (FF-Gebirge getarpt)	4	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—
FF-Stein	K.A.	—	—	●	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—
Balksteine	—	—	—	○ ¹	—	—	—	—	—	—	—	●	●	—

Bild 11: Baustofftabelle aus dem VDG-Merkblatt S 80

Die Explosionspenetration: Gefahr bei festem Drainagematerial

Im Februar 2001 kam es während einer Verkaufspräsentation in einer deutschen Konzerngießerei zu einer heftigen Explosion mit erheblichem Sachschaden. Da vor dem Test der Gießereileitung versichert worden war, dass selbstverständlich alles „entsprechend VDG“ ausgeführt werde, war man nachher verunsichert und verlangte rasche Klärung. Tatsache war: Der aus festem Drainagematerial bestehende Wannenkörper war in Wasser getaucht und anschließend mit Flüssigeisen beaufschlagt worden. Im Moment des Auftreffens des Gießstrahls kam es zur Explosion. Folglich musste es sich um eine physikalische Explosion entsprechend Lafrenz [1] gehandelt haben.

Im VDG Merkblatt ist als festes Drainagematerial ausschließlich Schaumkeramik vorgesehen. Warum kam es trotzdem zur Explosion? Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine – letztendlich sehr umfangreiche – Untersuchung bei mehreren Instituten in Auftrag gegeben. Originalproben wurden sowohl dem DIFK [11] als auch der TU-Freiberg [12] übergeben und Untersuchungen wie beispielsweise Röntgenbeugungsanalyse, REM-Analyse u.s.w. durchgeführt. Es stellte sich heraus, dass der fragliche Baustoff zementgebunden (kein feuerfester Zement) war und die gesamte Kornstruktur aus dicht gebrannter Schamotte bestand; Feuerfestigkeit über 1.600 °C! Auffallend war zudem auch, dass erhebliche Mengen sehr feinporiger Körner enthalten waren, wie beispielsweise Zeolith. Dieser hat ein sehr hohes Wasserspeichervermögen, das wahrscheinlich auch einen Beitrag zur Explosion geleistet hat.

Ab diesem Zeitpunkt stand fest, dass es sich beim untersuchten festen Drainagematerial um keine Schaumkeramik im Sinne der VDG Mate-



Bild 12: Porenbaustoff (M = 1:1) – Flüssigeisen dringt 30 mm ein!

rialtabelle handelte. Die Zusicherung „entsprechend VDG“ war daher falsch gewesen.

Zur weiteren Klärung wurden das Institut für Risikoforschung und die TU-Wien [14] beauftragt. Versuche und Berechnungen an der Originalprobe des „Explosionsmaterials“ (Bild 12) sowie an einer Schaumkeramik entsprechend dem VDG-Merkblatt ergaben vor allem einen signifikanten Unterschied der Eindringtiefe bei Beaufschlagung mit Flüssigeisen. Darauf basierend erfolgten mehrere Gießversuche mit beiden Baustoffen, die dankenswerterweise großteils bei Georg Fischer Herzogenburg [13] durchgeführt wurden.

Das Phänomen der Explosion infolge Penetration ist in der Gießerei seit langem bekannt und wird von S. Hasse⁶⁾ ausführlich beschrieben [15]. Bild 13 zeigt schematisch den Auslösemoment der physikalischen Explosion.

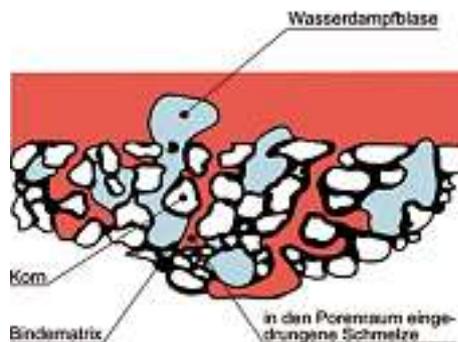


Bild 13: Entstehung der Explosionspenetration bei Porenbaustoffen.

In der Gießerei-Praxis 3/2003 werden im 1. Teil des Fachberichtes „Einsatz und Eignungsprüfung von Porenbaustoffen als Drainagematerial in Notaufanggruben“ [16] nicht nur Parallelen zur Explosionspenetration in Porenbaustoffen gezogen, sondern darüber hinaus das Eindringen von Flüssigmetall in Porenbaustoffe physikalisch erklärt und rechnerisch nachgewiesen. Tatsache ist, dass es nicht so sehr darauf ankommt, wie tief (2 oder 20 mm) Flüssigmetall eindringt, da die Eindringtiefe vor allem situationsbedingt und temperaturabhängig ist. Vielmehr gilt: die Poren müssen bei Beaufschlagung mit Flüssigmetall **sofort schließen**, wobei als sicherste Methode zur Verhinderung einer physikalischen Explosion **das Aufschmelzen der Oberfläche** des Drainagematerials anzusehen ist.

Zur Beurteilung von Drainagebaustoffen gibt es seit 2003 eine Prüfmethode (Bild 14). Diese Prüfung wird in der Gießerei-Praxis 4/2003 [17] ausführlich beschrieben und kann sowohl in der Not-

⁶⁾ Dipl.-Ing. Dr. mont. Stephan Hasse, Geschäftsführer der Foundry Technologies & Engineering GmbH, CH-8200 Schaffhausen.

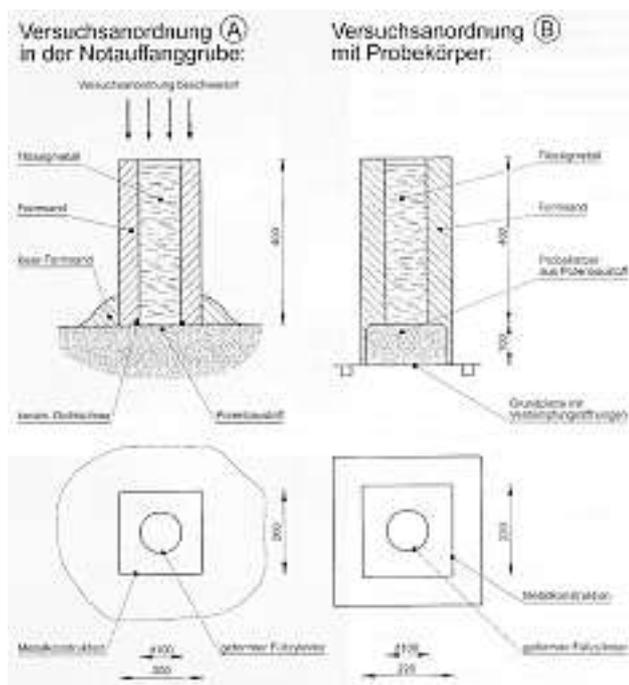


Bild 14: Versuchsanordnung für Eignungsprüfung

auffanggrube selbst, als auch mittels eines Prüfkörpers durchgeführt werden. Die, im VDG Merkblatt gelistete Schaumkeramik für Notaufanggruben wurde vom Österreichischen Gießerei-Institut geprüft und als geeignet beurteilt [23]. Dazu schreibt E. Hofmann [18]: „Ein geeignetes Drainagematerial lässt Wasser ungehindert durchfließen. Beim Auftreffen der Schmelze verschließen die Poren sofort. Damit wird ein Kontakt mit feuchtem Material verhindert. Nur auf diese Weise können Explosionen ausgeschlossen werden.“

Der Stand der Technik

Als Stand der Technik gelten technologische Verfahren, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und/oder erwiesen sind [19, 20]. Der EG Vertrag [21], besser bekannt als der Maastrichter Vertrag, verpflichtet jeden Arbeitgeber, die zur Sicherheit seiner Mitarbeiter erforderlichen Maßnahmen zu treffen. Dies neben anderem auch unter Berücksichtigung des Standes der Technik, welcher im vorliegenden Fall durch das VDG-Merkblatt S 80 definiert ist [22], in dem ausschließlich granuliertes Kupolofenschlacke (lose) und Schaumkeramik (fest) als Drainagematerial gefordert werden. Beide Materialien wurden Eignungstests unterzogen und besitzen die Fähigkeit, in der Kontaktzone mit Flüssigeisen aufzuschmelzen und zu versintern [7, 23]. In Verbindung mit der konstruktiven Auslegung, unter anderem der zur Verfügung stehenden offenen Verdampfungsfläche, sowie entsprechender Wartung, sind bei Anlagen, die dem VDG-Merkblatt S 80 „Ausführung von Notaufanggruben“ entsprechen, im Falle eines Störfalles keine Explosionen zu erwarten.

Literatur

- [1] B. Lafrenz, Physikalische Explosionen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund/Berlin 1997
- [2] W. Schwalbe, Theoretische Analyse thermischer Schmelze-Kühlmittel-Reaktion zwischen großen Schmelzmengen und Wasser, Dissertation, Stuttgart (IKE) 1982
- [3] G. Fröhlich, Maximaldruckabschätzung bei Wasserdampfexplosionen, Deutsche Physikalische Gesellschaft (VI) 12 (1977), Verhandlungen, Weinheim
- [4] G. Fröhlich, Dampfexplosion durch Kontakt zwischen Wasser und heißen Schmelzen, Chem.-Ing.-Tech. 50 (1978) Nr. 11, S. 861-866
- [5] W. Kromp, et al., Dampfexpansionsverhalten in Notaufanggruben, Bericht Nr. 24a, Institut für Risikoforschung der Universität Wien, Wien 1998
- [6] Fachausschuss „Eisenguss“, VDG-Merkblatt S 80 – Ausführung von Notaufanggruben, Düsseldorf 2001
- [7] A. Rudolph, Beitrag zur Betriebssicherheit von Induktionsöfen, Bericht Nr. 26 des Fachausschusses Schmelztechnik im Verein Deutscher Gießereifachleute, Giesserei 75, 1988, Nr. 22, S. 656-657
- [8] E. Siegmund, Notaufanggruben – Ein wichtiger Beitrag zur Sicherheit, Giesserei Rundschau 3-4/90, 1990
- [9] G. Weimann, Thermisches Verhalten von Noteisengruben, Vorab-Bericht, Austrian Research Center Seibersdorf 1994
- [10] E. Siegmund, Die Notaufanggrube – Anforderungen, Konstruktion, Material, Funktion, Gießerei-Praxis Nr. 7/8, 1995
- [11] O. Krause, Prüfbericht Nr. 41-198-00, Deutsches Institut für Feuerfest und Keramik GmbH, Bonn 2002
- [12] H. Seifert, Untersuchung von Porenbeton für die Drainage von Notaufanggruben, Technische Universität Bergakademie Freiberg, 2002
- [13] S. Hasse, Praktische Testserien zum Einsatz von Baustoffen unter Praxisbedingungen, Gießerei-Praxis 1, 2003
- [14] P. Baloh, B. Baumann, S. Baumann, B. Seiser, M. Steiger, Berechnung der Eindringtiefe, Institut für Risikoforschung der Universität Wien, Wien 2002
- [15] S. Hasse, Explosionspenetration, Guss- und Gefügefehler 2. Auflage, Berlin 2003, S. 220-225
- [16] V. Holubetz, W. Kromp, E. Seidelberger, S. Hasse, Einsatz und Eignungsprüfung von Porenbaustoffen als Drainagematerial in Notaufanggruben. Teil 1: Grundlagen und theoretische Betrachtungen, Gießerei-Praxis 3, 2003
- [17] G. Annau, S. Hasse, Einsatz und Eignungsprüfung von Porenbaustoffen als Drainagematerial in Notaufanggruben. Teil 2: Praktische Untersuchungen und Prüfeinrichtung, Gießerei-Praxis 4, 2003
- [18] E. Hofmann, Schmelzen und Gießen – Gusseisenwerkstoffe, Giesserei 11, 2003, S. 44
- [19] Österreichisches Arbeitnehmerschutzgesetz ASchG (Anhang 1) § 2 Abs. 8
- [20] Österreichische Gewerbeordnung GewO (Anhang 2) § 71a
- [21] EG-Vertrag Richtlinie des Rates vom 12. Juni 1989 (Anhang 4) Artikel 6
- [22] G. Wolf, Gutachterliche Stellungnahme zum Beweisbeschluss des Landesgerichts Würzburg, Düsseldorf 2004
- [23] H. Rockenschau, P. Schumacher, Oberflächenverhalten eines festen Drainagematerials bei Beaufschlagung mit Flüssigeisen, Bericht Nr. 43.272/1, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben 2003

Kontaktadresse:

Silmeta Sicherheitssysteme Patentverwertungsgesellschaft m.b.H.
 A-3124 Oberwölbling, Oberer Markt 13
 Tel.: +43 2786 2432, Fax: +43 2786 2150
 E-mail: info@silmeta.at, Internet: www.silmeta.com

ADAcast Leichtmetallgiesserei GmbH

H-3032 Apc, Vasút út 1.
 Tel.: +36 37 585 480
 Fax.: +36 37 385 172
 E-mail: info@adacast.com
 Internet: www.adacast.com

Ihr zuverlässiger,
 kompetenter und
 kostengünstiger
 Partner in Ungarn

Putzen und Entgraten von Gussbauteilen mit neuer Diamantschleifscheibe

Fettling and Deburring of Castings using a new Diamond Tool



Ing. Gerhard Prem, Leiter Marketing-Metallerzeugung bei der Tyrolit Schleifmittelwerke Swarovski K.G. in Schwaz,

Auf der internationalen Gießereifachmesse GIFA 2003 in Düsseldorf präsentierte die Firma Tyrolit als weltweit erster Schleifmittelhersteller Diamantwerkzeuge für das automatische Gussputzen. Der Schleifprozess wurde in Zusammenarbeit mit dem italienischen Maschinenhersteller Maus S.p.a entwickelt und zeigt mittlerweile beim Gießereunternehmen Fonderie del Montello, Montebelluna, Italien, nicht nur beste Oberflächenqualitäten der bearbeiteten Bauteile, sondern es konnten auch Kostenreduzierungen bis zu 26 % realisiert werden.

Bei der Zerspanung mit definierter Schneide kommen in jüngster Zeit vermehrt polykristalline Diamantschneidstoffe (PKD) auch bei der Gussbearbeitung zur Anwendung. Bei Einhaltung gewisser Randbedingungen, um den Diamantschneidstoff nicht thermisch oder chemisch zu schädigen (beispielsweise niedrige Temperatur in der Kontaktzone), kann der Diamant als härtestes Material auch hier seine Vorzüge voll ausspielen.

Im Gegensatz dazu erfolgte die Gussbearbeitung mit nicht definierter Schneide bis heute nicht mit Diamantschleifstoffen. Aber auch hier können durch gebündeltes Know-how von Schleifscheibenherstellern, Maschinenherstellern und Endanwendern Lösungswege aufgezeigt werden, wie die Zusammenarbeit der österreichischen Firma Tyrolit mit den italienischen Unternehmen Maus Spa und Fonderie del Montello beim Entgraten und Gussputzen von Bauteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit und Gusseisen mit Lamellengraphit demonstriert.



Bild 2: Automatische Gussputzmaschine der Fa. Maus Spa.

einer Rotationsachse ausgestattet, wobei die Achsgeschwindigkeiten maschinenabhängig sind. Nach der automatischen Beladung werden die Bauteile mit Hilfe eines Lasers vermessen und mit den im Bearbeitungsprogramm abgelegten Nenndaten verglichen.

Die auftretenden Differenzen werden beim nachfolgenden Schleifen automatisch korrigiert. Störend auf den automatischen Bearbeitungsablauf wirkten sich neben den erforderlichen Abrichtzyklen für die mit konventionellen Schleifstoffen (Korund, Zirkonkorund) bestückten Schleifscheiben auch die Schleifscheibenstandzeiten aus. Der hohe Verschleiß der Werkzeuge behinderte den automatischen Prozess und musste immer wieder vermessen und in komplizierten Steuerungsprogrammen berücksichtigt werden, um eine gleichmäßige Bearbeitungsqualität zu gewährleisten.

Entgegen dem Grundsatz, Eisenwerkstoffe nicht mit Diamant zu bearbeiten, begann die Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Tyrolit mit der Entwicklung einer Diamantschleifscheibe, um über die hohe Härte des Schleifstoffes Diamant die Standzeitprobleme zu lösen. Des Weiteren wurde eine speziell auf die Diamantkörnung abgestimmte Bindung entwickelt. Die Untersuchungen im TEC-Center von Tyrolit zeigten, dass über die gesamte Scheibenstandzeit eine Oberflächenqualität erzielt wird, die ein Abrichten der Diamantschleifscheibe überflüssig macht; vorausgesetzt, dass eine Bearbei-



Bild 1: Typische Gussputzbauteile bei der Fa. Montello.

Die Gießerei Fonderie del Montello, Montebelluna, Italien, hat 180 Mitarbeiter und eine über 30-jährige Erfahrung bei der Produktion und Nachbearbeitung von Gussteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit und Gusseisen mit Lamellengraphit (**Bild 1**). In den letzten Jahren investierte die Gießerei verstärkt in neue Technologien, um mit flexiblen und wettbewerbsfähigen Produktionsprozessen auch zukünftigen Ansprüchen gerecht zu werden. So sind mittlerweile für die Nachbearbeitung der Gussbauteile vier automatische CNC-Gussputzmaschinen der Baureihen SAM 600 bzw. SAM 1200L der Firma Maus im Einsatz (**Bild 2**).

Die CNC-Maschinen haben eine Antriebsleistung von 90KW (SAM 600) bzw. 115 kW (SAM 1200L) und sind mit drei Linearachsen und



Bild 3: Diamantschleifscheibe Tyrolit Focur SA zur Gussbearbeitung.

tungsstrategie angewendet wird, die auch bei der Trockenbearbeitung die für Diamant kritische Temperatur von 700 °C in der Kontaktzone nicht überschreitet.

Bei der neuen Focur SA (SA = Super Abrasive) genannten Schleifscheibe (**Bild 3**) kommt eine spezielle Mischung aus synthetischem Diamantkom zum Einsatz. Die Schleifscheiben stehen jetzt standardmäßig in den Formen 1LL2, 3LL1, 9LL1 und 14LL1 mit Durchmessern von 200 bis 600 mm zur Verfügung. Die Schleifscheibenbreiten variieren je nach Bearbeitungsaufgabe zwischen 8 und 40 mm.

Vor Einführung der Diamantschleifwerkzeuge wurden im Hause Montello Langzeituntersuchungen durchgeführt (**Bilder 4 und 5**). Bei der Trockenbearbeitung des gleichen Produktmixes von Gussteilen erreichten die neuen Schleifscheiben eine Standzeit von 180 Schichten, was gegenüber der Standzeit konventioneller Scheiben (21 Schichten) eine Standzeiterhöhung um etwa den Faktor 8 bedeutet. Des Weiteren ließ sich die Abtragsleistung von 100 bis 150 kg/h auf einen Wert von 200 kg/h steigern, was u.a. durch die Erhöhung des Vorschubes beim Entgraten von 8 auf 10 m/min bei gleichzeitiger Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit auf 80 m/s resultierte. Der nahezu konstante Außendurchmesser und die hohe Formgenauigkeit der Diamantschleifscheiben gewährleisteten eine hohe Oberflächenqualität über die gesamte Schleifscheibenstandzeit, so dass kein Abrichten erforderlich ist und damit sowohl Kosten für



Bild 5:
Diamantschleifscheibe Focur SA
beim Gussputzen.

die Abrichtwerkzeuge wie auch Stillstandszeiten durch den Abrichtzyklus komplett entfallen. In diesem Bearbeitungsfall reduzierten sich die Kosten beim Gussputzen – trotz der höheren Kosten für die Werkzeuge – um ca. 26 %. Weitere Kostenvorteile, die in diesem Beispiel noch nicht eingerechnet sind, ergeben sich durch die optimierte Bearbeitungsqualität, die ein manuelles Nachbearbeiten der Gussteile in den meisten Fällen überflüssig macht. Außerdem konnten neben einem verringerten Aufwand für die Endkontrolle auch die Lärm- und Staubemissionen reduziert werden.

Aufgrund dieser guten Ergebnisse sind die Diamantschleifwerkzeuge Tyrolit Focur SA bei Montello sehr erfolgreich beim Entgraten und Putzen von Gussteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit und Gusseisen mit Lamellengraphit im Einsatz. Hier werden auch Speiser und Flächen bearbeitet, wobei diesen Werkzeugen bei großflächigen Anschnitten durch „Blauschliff“ Grenzen gesetzt sind. Die Praxis zeigte bisher, dass eine Kombination aus Diamantschleifscheiben Tyrolit FOCUR SA mit konventionellen Schleifwerkzeugen die effizienteste und wirtschaftlichste Lösung darstellt.

Allerdings laufen im Augenblick erfolversprechende Untersuchungen bei Tyrolit, um dem o.g. Problem in der nächsten Generation der Focur SA Diamantschleifscheiben Herr zu werden.

Kontaktadresse:

Tyrolit Schleifmittelwerke Swarovski K.G.
A-3130 Schwaz/Tirol, Swarovskistr. 33
Tel: +43 (0)5242 606 2541, Fax: +43 (0)5242 606 12541
E-Mail: Gerhard.Prem@Tyrolit.com, www.tyrolit.com



Bild 4: Bearbeitungssystem Focur SA zum automatischen Gussputzen bei Montella.

FOCUR - Schleifwerkzeuge

Kompetenz aus einem Guß



TYROLIT SCHLEIFMITTELWERKE SWAROVSKI K.G.
Swarovskistraße 33, A-6130 Schwaz
tel +43/5242/606-0
fax +43/5242/633 98
www.tyrolit.com

TYROLIT



Ein Unternehmen stellt sich vor

Die Entwicklung des Gussstandortes Hall beginnt 1946, ursprünglich mit dem Ziel, den Bedarf an Gussrohren in Österreich abzudecken. Seit den 60ziger Jahren wird Sphäroguss hergestellt. In den 70igern weitet man die Produktion von Komponenten erheblich aus. 1990 wird der Bereich Fahrzeugkomponenten als eigene Sparte organisiert. Seit 1996 ist Buderus Guss GmbH der Hauptanteilseigner. 1997 kommt es schließlich zur Abspaltung der „Guss Komponenten GmbH“ von den „Tiroler Röhren Werken“, insbesondere um sich den unterschiedlichen Kundenbedürfnissen optimal anzupassen.



ICE Triebkopf

mente für die Schwesterunternehmen in Wetzlar und Hall gefertigt.

Die Kunden legen großen Wert auf die Begleitung von Neukonstruktionen um sicherzustellen, dass GKG-Know-how in die Optimierung des jeweiligen Teiles zum frühestmöglichen Zeitpunkt eingeht. Die bei GKG routinemäßig durchgeführte Guss-Simulation, bei der Gieß- und Erstarrungsabläufe vorweg beurteilt und gegebenenfalls korrigiert werden können, ist ein wesentlicher Schritt zur Reduzierung der Entwicklungszeiten und sichert den hohen Qualitätsstandard, ohne langwierige und kostspielige Optimierung durch Versuch und Irrtum. Die routinierte und ausgefeilte Simulation ist auch die Basis für die systematische Ge-

wichtsreduzierung bei Teilen für den Fahrzeugbau. Aufgrund der aktuellen Entwicklung der Rohstoff- und Energiepreise können hier erhebliche Einsparpotentiale gehoben werden. Diese Dienstleistung bietet GKG auch extern an.



Taurus-Lokomotive der Ungarischen Staatsbahn

Über die Gussfertigung hinaus verfügt GKG auch über Bearbeitungskapazität, sodass die Kunden mit vorbearbeiteten Teilen oder auch montagefertigen Einheiten beliefert werden können. U.a. ist GKG auch Systemlieferant für die Bahntechnik. Ein typisches Produkt aus diesem Segment sind einbaufertige Eisenbahnradlagergehäuse für schnellaufende und hochbelastete Achsen, z.B. für den ICE oder die Taurus-Lokomotive. Hier gilt es, Achslasten bis zu 20 t bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von bis zu 280 km/h zu beherrschen.

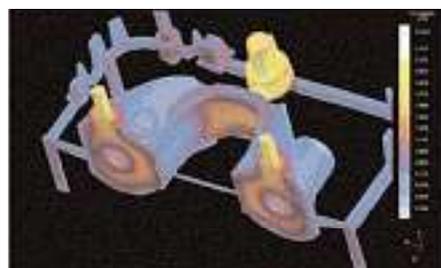
Kontaktadresse:

Guss Komponenten GmbH,
A-6060 Hall i.T., Innsbruckerstraße 51,
Tel.: +43 (0)5223 503 233,
Fax: +43(0)5223 43618,
E-Mail: office@gk-tirol.at,
www.gusskomponenten.at

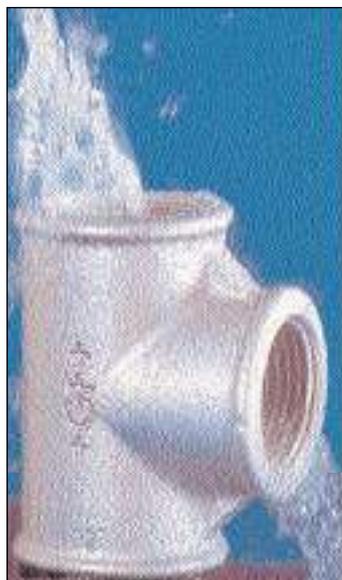


Explosionsbild Radlagergehäuse

Die Guss Komponenten GmbH (GKG) konzentriert sich heute auf die Erzeugung von Fahrzeugkomponenten, insbesondere auf anspruchsvolle, vielfach sicherheitsrelevante Teile. Typische Abrufe liegen zwischen 1.000 und einigen 10.000 Stück/Jahr. Neben dem Hauptabnehmer Nutzfahrzeugindustrie werden zu etwa gleichen Anteilen Kunden in den Segmenten Baumaschinen, Landwirtschaft, Maschinenbau, Hydraulik, Robotertechnik und Bahnindustrie bedient. Darüber hinaus werden auch Rohrverbindungsele-



Simulation



GEORG FISCHER FITTINGS GmbH
Temperguss-Fittings mit dem doppelten Plus

Mariozollerstrasse 75, A-3160 Traison
Tel. 02762 / 90300 - 0, Fax. 02762 / 90300 - 366
E-Mail: marketing@fittings.at, http://www.fittings.at/



GEORG FISCHER
PIPING SYSTEMS





Buderus
GUSS KOMPONENTEN

Innsbrucker Straße 51 · A-6060 Hall
www.gusskomponenten.at
Tel. +43 (5223) 503-233
Fax +43 (5223) 43 618

ADAcast

Leichtmetallgiesserei GmbH

Ein Unternehmen stellt sich vor

Die ADAcast Leichtmetallgiesserei GmbH, eine Aluminiumdruckgiesserei ca. 60 km östlich von Budapest, nahe der Autobahn M3 gelegen, ist durch ein Management Buyout im Oktober 2003 von neuen Eigentümern aus Ungarn und Österreich übernommen worden.



Das Unternehmen, welches über mehr als 40 Jahre Erfahrung im Bereich des Leichtmetallgusses verfügt, sieht seine Schwerpunkte

- im Aluminiumdruckguss (19 Druckgießmaschinen mit Schließkräften von 400 to bis 1600 to)
- in der Bearbeitung (8 CNC Bearbeitungszentren)
- in Montagen von einbaufertigen Teilen.

Der Umsatz lag im abgelaufenen Jahr bei ca. 20 Millionen Euro und wurde von rd. 250 Mitarbeitern erwirtschaftet.

Die Produktpalette umfasst Teile für die Automobil-, Weißwaren- und Heiztechnikindustrie.

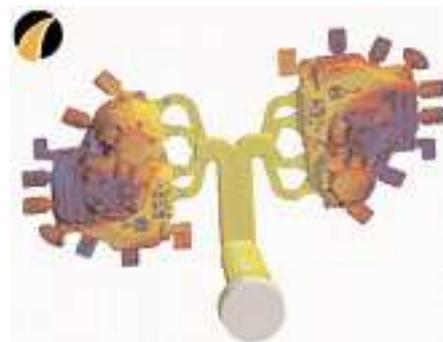
In grossen Serien werden einbaufertige Zylinderkopfhauben, Getriebeteile, Getriebegehäusedeckel, Wasser- und Ölpumpengehäuse, Brennergehäuse und Waschmaschinenantriebssteile für Kunden wie Audi, BMW, Bosch Buderus Thermotechnik, Ford, General Motors, GPM, Miele, VW u.a. gefertigt.

Die ADAcast Leichtmetallgiesserei besitzt Qualitätszertifikate seit mehr als 10 Jahren. Im August 2004 erlangte ADAcast das prozessorientierte Qualitätszertifikat ISO/TS 16949:2002 und das Umweltzertifikat ISO 14001.

Für die Zukunft sind sowohl eine Erweiterung der Druckgießerei um Druckgießmaschinen mit höheren Schließkräften, als auch Investitionen in die mechanische Fertigung



„Blick in die Druckgießerei“



„Simulation eines Getriebegehäusedeckels“

gung sowie Rationalisierungen geplant, um die neuen Bestellungen für die Kunden fertigen zu können.

Gleichzeitig wird die weitere Implementierung eines kundenorientierten Produktionsmanagementsystems unter Einbindung aller Mitarbeiter vorangetrieben, um das Ziel der ADAcast Leichtmetallgiesserei GmbH, ein kompetenter, vertrauenswürdiger und kosteneffizienter Partner ihrer Kunden zu sein, weiterhin in die Tat umzusetzen.

Kontaktadresse:

ADAcast Leichtmetallgiesserei GmbH
z.H. Dipl.-Ing. Walter Mayer, H-3032 Apc,
Vasút út 1, Tel: + 36 37 585 432,
Fax: + 36 37 385 172
E-mail: info@adacast.com,
www.adacast.com



Mitteilungen der WFO World Foundrymen Organization



Harrogate International Centre

„Call for Papers“ für den 67. Gießerei-Weltkongress

„Gegossene Zukunft“

5. bis 7. Juni 2006, Harrogate / GB



Wie das Technische Komitee des Generalsekretariates des WFC 2006 in einem „Call for Papers“ mitteilt, sind die Gießereifachleute der WFO-Mitgliedsorganisationen eingeladen, Kongressvorträge (in Englischer Sprache) einzureichen. Kurzfassungen bis zu 300 Wörtern müssen bis 1. Juni d.J. vorgelegt werden. Nähere Einzelheiten sind dem Internet unter www.wfc2006.com zu entnehmen. Die Annahmeentscheidung wird am 1. September getroffen. Die komplette Vortragsfassung muss dann bis 30. November 2005 nachgereicht werden.

Die einzureichenden Vorträge zum Generalthema „Gegossene Zukunft“ sollen von hohem technischen oder praxisbezogene Inhalt sein und die nachstehenden Themen behandeln:

Metallurgie und Herstellung von unlegiertem und legiertem Eisen-, Stahl- und NE-Metallguss / Legierungsentwicklung / Komposite / Neue und neuartige Verfahren / Rapid Prototyping / Schmelzverfahren / Qualitätskontrollverfahren / Simulation und virtuelles Design / Form- u. Kern-Herstellungsverfahren /

Fertigung von Modellen u. Werkzeugen / Roboter und Automatisation / Wärmebehandlung / Neuartige Bearbeitungs- und Oberflächenbehandlungsverfahren / Technologietransfer / Wissensmanagement / Umweltaspekte / Mitarbeiterausbildung / Innovative und neue Einsatzgebiete für Gussteile.



Parallel zum Kongress wird die Ausstellung Foundry, Furnaces and Castings Expo 2006 stattfinden (www.ffc-expo.com) und zusätzliche Informationsmöglichkeiten für ein weltweites Publikum anbieten.

Kontaktadresse:

Dr. Pam Murrell, Secretary General WFC 2006 Technical Committee, Institute of Cast Metals Engineers, National Metalforming Centre, 47 Birmingham Road, West Bromwich, West Midlands B70 6PY, U.K., Tel.: +44 (0)121 601 6979, E-Mail: authors@wfc2006.com, www.wfc2006.com

- Nodularroheisen
- Hämatitroheisen
- Sonderqualitäten

CARBONES HOLDING

Mariahilfer Straße 116
Austria, 1070 Vienna
tel +4315235010
fax +431523501050
office@carbones.at



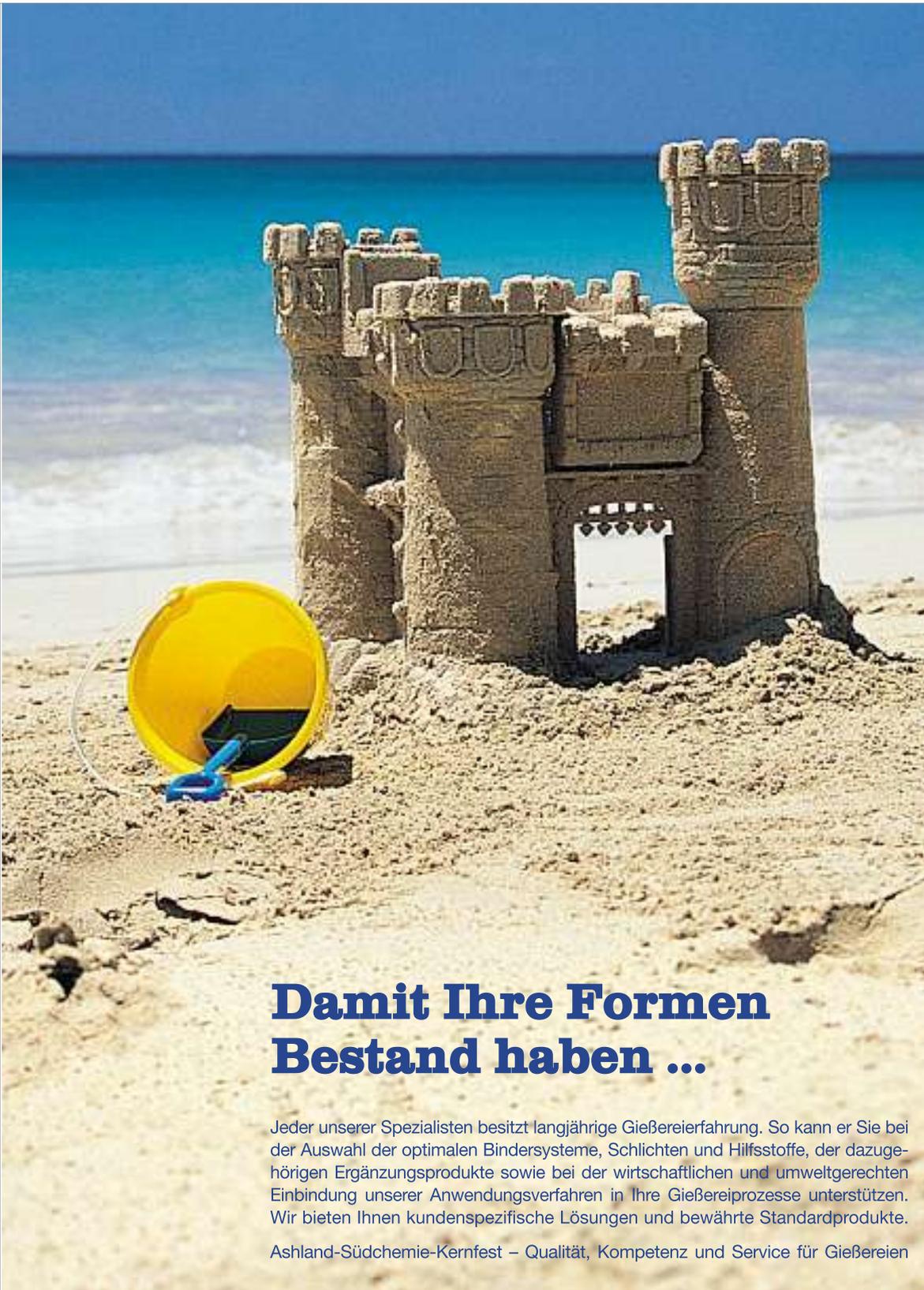
Ferrometall Handelsges.m.b.H

Trautenfelser Strasse 234
Austria, 8952 Irdning
tel +433682/24410
fax +433682/24280
ferrometall@aon.at



- Ferrolegierungen
- Kupfergranulat
- Graphit, Petkoks, SiC
- Filter
- Harze, Binder, Schichten





Damit Ihre Formen Bestand haben ...

Jeder unserer Spezialisten besitzt langjährige Gießereierfahrung. So kann er Sie bei der Auswahl der optimalen Bindersysteme, Schlichten und Hilfsstoffe, der dazugehörigen Ergänzungsprodukte sowie bei der wirtschaftlichen und umweltgerechten Einbindung unserer Anwendungsverfahren in Ihre Gießereiprozesse unterstützen. Wir bieten Ihnen kundenspezifische Lösungen und bewährte Standardprodukte.

Ashland-Südchemie-Kernfest – Qualität, Kompetenz und Service für Gießereien

ASHLAND-SÜDCHEMIE-KERNFEST GMBH

MEMBER OF THE ASHLAND-SÜDCHEMIE GROUP



Chemicals

REISHOLZSTRASSE 16-18 · D-40721 HILDEN
 TELEFON: ++49 (0) 211 711030 · FAX: ++49 (0) 211 7110335
 E-MAIL: INFO@ASHLAND-SUEDCHEMIE.DE
 INTERNET: WWW.ASHLAND-SUEDCHEMIE.DE



Firmennachrichten



Ein Fill-Produkt erobert die Welt! Der Weltmarktführer lieferte den 75. swingmaster sm3 aus

Fill – Technik der Zukunft baut seine Pole-Position in der Aluminium-Entkerntechnologie weiter aus. Der Weltmarktführer aus dem Innviertel hat seinen 75. swingmaster sm3 an das Fill-Testcenter beim US-Partnerunternehmen Rimrock ausgeliefert. Damit bekräftigte Fill seine internationale Vormachtsstellung in der Aluminium-Entkerntechnologie.

Vom Testcenter beim US-Partner Rimrock in Columbus/Ohio aus soll der swingmaster sm3 nun auch die neue Welt erobern.

Gießereien von Australien über China und Südafrika bis Mexiko nutzen mit dem swingmaster sm3 innovative Technologie aus dem oberösterreichischen Innviertel. In Europa ist dieses höchst erfolgreiche Vorzeigeprodukt seit 1999 bisher in Österreich, Deutschland, Frankreich, Norwegen, Nordirland und Ungarn im Einsatz. Der swingmaster sm3 punktet durch hohe Entkernungsleistung bei gleichzeitig geringen Aufwendungen für Investition und Betrieb.

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

Die Geschäftstätigkeit umfasst die Bereiche Automobilindustrie, **Aluminium-Gießereitechnik**, Kunststoffindustrie, Ski- und Snowboardindustrie und Metall-Zerspannungstechnik.

Der Betrieb wird seit 1987 als GmbH geführt, wurde 1998 ISO 9001 zertifiziert und beschäftigt mittlerweile 299 MitarbeiterInnen. 2004 wurden rund 43 Mio Euro Betriebsleistung erzielt.

Kontaktadresse:

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



Robotereinsätze in der Giessereiindustrie

Bei Automatisierungslösungen sind heutzutage Industrieroboter kaum mehr wegzudenken. Speziell die Giessereiindustrie verzeichnete dabei in den letzten Jahren einen Anstieg an Industrierobotereinsätzen. Während sich in der Vergangenheit die Robotereinsätze in diesem Branchensegment hauptsächlich auf die traditionellen Aufgaben, wie Teile in die Gießmaschine einlegen, Entnahme von Gussteilen, Vollständigkeitskontrolle, Kühlen und Stanzen beschränkten, kann gegenwärtig ein Trend der Erweiterung der Prozesskette innerhalb bzw. im unmittelbaren Umfeld der Gießzellen, wie das roboterautomatisierte Sprühen der Formhälften, der Stanzenbedienung bis hin zu roboterautomatisierten Bearbeitungen (Schleifen, Bohren, Entgraten, Bürsten) aber auch Schweißen, Prüfen, Verpacken und Palettieren von Werkstücken festgestellt werden.

ABB als Marktführer in der Foundry Industry hat diesen Trend bereits frühzeitig erkannt und bietet passende Produkte und Systemlösungen, welche speziell auf die rauen Umgebungsbedingungen in der Giessereiindustrie ausgelegt sind. Durch den flexiblen

Aufbau der Roboter und Robotersteuerungen können von ABB sämtliche namhaften Technologielieferanten von Gießmaschinen bis 4.000 t und deren Zubehör problemlos integriert werden. →



SKW GIESSEREI GMBH



skw.
GIESSEREI

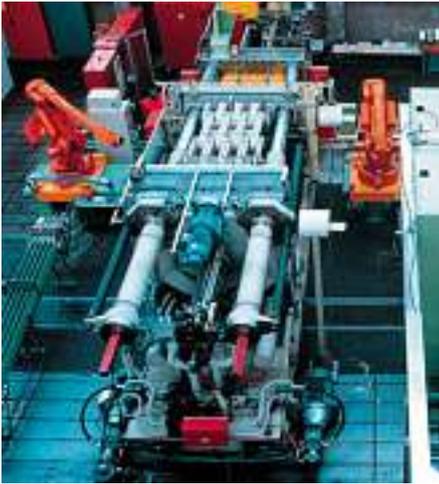
*wünscht der
Gießereitechnischen Tagung
in Innsbruck ein gutes Gelingen !*

SKW Giesserei GmbH
Fabrikstrasse 2
D-84579 Unterneukirchen

Tel.: +49 (0) 8634/61-7404
Fax: +49 (0) 8634/61-7420
E-Mail: Manfred.Jonuleit@skw.com

MEMBER OF THE SÜDCHEMIE GROUP





Roboterfahrbahnen helfen Arbeitsbereichsgrenzen zu überwinden

Besonders die Bedienung großer Gießmaschinen, aber auch die Integration weiterer Prozessschritte lassen den zur Verfügung stehenden Arbeitsbereich der Roboter schnell an die Grenzen stoßen. Die von ABB speziell für den rauen Einsatz in der Gießereiindustrie entwickelten Roboterfahrbahnen mit Längen bis zu 50 m bieten eine nahezu grenzenlose Erweiterung der Zellenarbeitsbereiche. Durch die Ausführung in der Schutzklasse IP67 werden Verunreinigungen durch Schmutz, aber auch Beeinträchtigungen durch herabfallende Teile und aggressive Stoffe problemlos gemeistert.

teile bis hin zum Prüfen und Verpacken in diesem Branchensegment Einzug gehalten. Die Gründe liegen auf der Hand:

- Wettbewerbsfähigkeit und Kostenvorteil
- Anforderungen der Automobilindustrie
- Erhöhung der Wertschöpfungstiefe und des Automatisierungsgrades
- Qualitätsanforderungen
- Effizientere Nutzung der Produktionsflächen

Als frühzeitiger Erkennen dieses Trends bietet ABB als kompetenter Systemlieferant hierfür eine Vielzahl von maßgeschneiderten Lösungen für das roboterautomatisierte **Schleifen, Bohren, Entgraten, Bürsten, Schweißen, Prüfen, Verpacken und Palettieren** an.



Sprühen der Gussformen

Das Sprühroboterportfolio von ABB – IRB2400 für Gießmaschinen bis 1.000 t, IRB4400S für Gießmaschinen bis 1.600 t, IRB6400S/6600S für Gießmaschinen ab 1.600 t – bietet zum Unterschied von konventionellen Sprühgeräten unter anderem folgende Vorteile:

- Optimierung des Sprühprozesses für komplexe Formen bzw. Gussteile
- Reduzierung der Sprühzeit führt zu Erhöhung der Produktionsmenge
- Reduktion des Sprühmittelverbrauchs und gezieltes Sprühen der Formen
- Flexibilität bei Bauteiländerungen
- Lebensdauerverlängerung der Formen

Vom Gussteil zum Fertigteil – potentielle nachgelagerte Prozesse im Umfeld der Gießmaschine

Begnügt man sich in der Vergangenheit im Bereich der Gießmaschinen mit der Produktion des Rohgussteils, so hat mittlerweile die roboterautomatisierte Bearbeitung der Guss-

Kontaktadresse:

ABB AG, Robotertechnik Österreich
 A-2380 Perchtoldsdorf, Brunner Feld-Strasse 67
 Tel.: +43 (0)1 60109 3720
 Fax: +43 (0)1 60109 8301
 E-Mail: manfred.gloser@at.abb.com oder
 martina.bruehler@at.abb.com
 www.abb.com/robotics

„FLOTT“

Aktion „sauberer Arbeitsplatz“

Dem Ruf der Kunden ist „FLOTT“ gefolgt und hat für das umfangreiche Metall-Schleifmaschinenprogramm zwei neue kostengünstige Absaugungen entwickelt.

Während die Metallstaubabsaugung MA 400 D für den Anschluss an 400V und die Absaugung von Drehstrommaschinen konzipiert ist, wurde die Metallstaubabsaugung MA 200 W für den 230V Betrieb ausgelegt. Abgesaugt wird über zwei transparente PU-Spiralschläuche mit Ø 50 mm.

Die Filterung der Abluft erfolgt über ein progressiv verdichtetes Wirrfaservlies (Filterklasse G3 nach EN 779), das neben einem hohen Abscheidegrad auch über eine hohe Staubspeicherkapazität verfügt.

Die Wechselintervalle der Filtermatte konnten somit erheblich reduziert werden.

Beide Metallstaubabsaugungen verfügen über eine elektronische Anlauf- und Abschaltver-



TS 300 S mit MA 400 D

zögerung mit integrierter Unterspannungsauslösung und können optional mit einer Wirbelstrombremse zum Bremsen der angeschlossenen Maschine ausgestattet werden.

Viel Wert haben die Konstrukteure von „FLOTT“ auf eine einfache und schnelle Montage der Schleifmaschine gelegt.

Somit entfällt das bislang erforderliche Verkabeln der Geräte. Die Maschine wird auf der Metallstaubabsaugung verschraubt, der Stecker wird mit der vorgesehenen Steckdose verbunden und beide Absaugschläuche angeschlossen.

Weitere Informationen:

Firma Amz „FLOTT“ GmbH
 D-42857 Remscheid, Vieringhausen 131
 Ansprechpartner: Frau Petra Dolezych
 Tel.: +49 (0)2191 979 151
 E-Mail: petra.dolezych@flott.de
 www.flott.de



VisionTools Bildverarbeitungssystem prüft Produktionsdaten für die Fertigungssteuerung und Rückverfolgbarkeit eines Integralträgers

Als funktionsentscheidende und sicherheitsrelevante Bauteile für die Befestigung von Motor, Lenkung und Vorderachse werden an die Integralträger (**Bild 1**) sehr hohe Anforderungen gestellt. Zur Identifizierung dieser Teile und zur Sicherung der Qualität müssen deshalb an verschiedenen Stellen des Produktionsprozesses die Ist-Werte erfasst und an einen übergeordneten Zentralrechner weitergeleitet werden. Dabei erfüllen Bildverarbeitungssysteme wichtige Aufgaben.



Bild 1: Der Entstehungsprozess des gegossenen Integralträgers ist in einem 15-stelligen Identcode (im Bild nicht sichtbar) eindeutig nachvollziehbar.
(Foto: DaimlerChrysler AG)

Im Werk Untertürkheim der DaimlerChrysler AG ist der Werkteil Mettingen zuständig für die Achsenproduktion sowie den Leichtmetall- und Grauguss. Annähernd 2.000 Beschäftigte sind dabei im Gießwerkzeugbau, der Graugießerei und der Leichtmetallgießerei tätig. In der modernst ausgestatteten Leichtmetallgießerei werden u.a. die Integralträger für vier verschiedene PKW-Modelle gegossen. Um den wachsenden Forderungen der Qualitätssicherung und der Rückverfolgbarkeit gerecht zu werden, wurden die Identifizierungsdaten für die Integralträger in einem 15-stelligen Code neu definiert. Diese Daten müssen im Rahmen des Fertigungsflusses automatisch gelesen und an den Leitrechner weitergegeben werden.

Wegen der vielfältigen und unter schwierigen Bedingungen zu erfassenden Daten in der laufenden Produktion konzentrierten sich die Verantwortlichen der Gießerei auf die Bildverarbeitung. Unter den vorgeschlagenen Lösungen beeindruckte das Konzept der Firma VisionTools Bildanalyse Systeme aus Waghäusel. Es überzeugte nicht nur durch das Preis-Leistungs-Verhältnis, son-

dem auch durch die kompetente Beratung vor Ort und die Unabhängigkeit des Systems von den Umgebungsbedingungen der Gießerei.

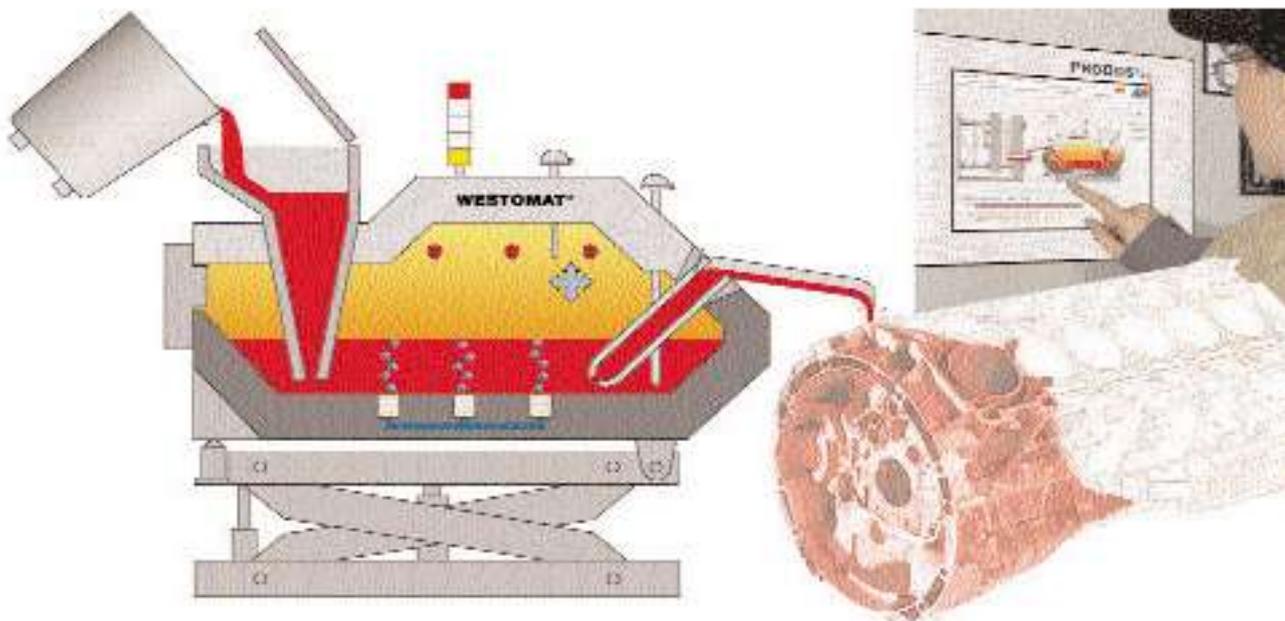
Kamera erfasst typenbezogene Produktionsdaten

Ein Roboter entnimmt die Integralträger der Druckgießmaschine, taucht sie in ein Kühlbecken, positioniert sie dann im Arbeitsraum einer Entgratpresse und legt sie anschließend in der Beschriftungsstation ab. Dort ritzt ein Nadelpreger den 15-stelligen Identcode (**Bild 2**) ein, der über Trägertyp, Gießform, Maschinennummer sowie Abgusszeit nach Jahr, Kalenderwoche, Tag, Schicht, Stunde und Minute informiert. Ein zweiter Roboter entnimmt die beschrifteten Träger, schwenkt sie zur Kontrollstation von VisionTools und positioniert die Werkstücke im Abstand von 300 mm mit einer Genauigkeit von ca. 5 mm vor einer stationären Kamera (**Bild 3**). Diese liest innerhalb zwei Sekunden die Klarschriftcodierung. Dabei wird die Lichtstärke je nach Fremdlichtein-



StrikoWestofen GmbH

ENGINEERED SOLUTIONS
from ingot to mould



Unsere Vertretung in Österreich:
+HAGI+ Giessereitechnik
Techn. Büro für Giesserei- und Industriebedarf
DI Johann Hagenauer
Am Sonnenhang 7, A-3143 Pyhra, Austria
Tel.: +43 (0)2745 3345 20, Fax: +43 (0)2745 3345 30
Mobil: +43 (0)664 2247128
E-Mail: j.hagenauer@utanet.at

StrikoWestofen GmbH
P.O. Box 5909
D-65049 Wiesbaden
Tel.: +49 (0)6134 207-6
Info@StrikoWestofen.com
www.StrikoWestofen.com



Bild 2: Die seitlich am Integralträger eingeritzten Guss- und Teiledaten werden vom Bildverarbeitungssystem automatisch gelesen und ausgewertet. Innerhalb des blauen Fangrahmens erkennt die Software die geritzten Zeichen und vergleicht sie mit den Soll-Daten.

(Foto: VisionTools GmbH)

fluss und Reflexion der Metalloberfläche automatisch angepasst. Nach der Bildauswertung legt der Roboter das geprüfte Teil auf einem Transportband ab und positioniert sich für die Aufnahme des nächsten Teils. Die als NIO erkannten Integralträger legt er



Bild 3: Im Hintergrund des Prüfplatzes sind die Beleuchtungen und die Kamera zu sehen. In der rauen Umgebung der Gießereiöfen und Druckgießmaschinen arbeitet das Bildverarbeitungssystem von Vision Tools störungsfrei.

(Foto: VisionTools GmbH)

auf einem separaten Prüfplatz zur manuellen Nachprüfung ab.

Die Kommunikation zwischen Bildverarbeitungssystem und Rechner erfolgt über eine serielle Schnittstelle Prozedur 3964 R. Sie beinhaltet die Übertragung des Identcodes sowie eine Übertragung der Leseergebnisse über die Netzwerkschnittstelle. Diese Daten werden gepuffert und sind deshalb jederzeit durch das Bildverarbeitungssystem absetzbar. Bemerkenswert ist, dass für die Datenerfassung weitgehend die Standardsoftware von VisionTools genutzt werden konnte. Lediglich einige anwendungsorientierte Änderungen und Ergänzungen waren notwendig, um die Vorgaben von DaimlerChrysler zu erfüllen. Dadurch war es den Spezialisten von VisionTools auch möglich, das Bildverarbeitungssystem in kürzester Zeit bei laufender Produktion und zur Zufriedenheit der Gießerei-Verantwortlichen zu installieren.

Kontaktadresse:

Dr.-Ing. Josef Pfeiffer, Vertrieb und Systemschulung, VisionTools Bildanalyse Systeme GmbH, D-68753 Waghäusel, Goethestrasse 63, Tel.: +49 (0)72 54 9351-13, Fax: -20, E-mail: info@vision-tools.com, www.vision-tools.com

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



Neue Zug-Druck-Prüfmaschine

Das ÖGI hat sich in den letzten Jahren zunehmend auf beanspruchungsangepasste Prüfungen und Ermittlung von speziellen Werkstoffkennwerten spezialisiert. Dazu wurde bereits im Jahr 2002 die bestehende **200 kN Universal-Zug-Druck-Biegeprüfmaschine ZWICK 1484** zur Gänze generalüberholt und mit neuester Prüf- und Steuerungssoftware und teilweise auch Hardware aufgerüstet. Um nun auch dem Trend nach Prüfung von immer kleineren Proben, die zumeist aus Aluminium- und Magnesiumussteilen stammen, gerecht zu werden, wurde im Dezember 2004 eine neue **50 kN Zug-Druck-Prüfmaschine von ZWICK (Bild 1)** angeschafft und in Betrieb genommen. Die Prüfmöglichkeiten wurden damit sowohl hinsichtlich Kapazität als auch im Anwendungsbereich wesentlich erweitert. Gleichzeitig wurde auch die gesamte Infrastruktur des Prüflabors erneuert und der Raum klimatisiert, wodurch Streuungen durch Temperaturschwankungen minimiert werden können.

Mit dem Anwenderprogramm testXpert und der neuen 500 Hz Messwertverarbeitungseinheit sind damit auch normgerechte Prüfungen von schnellen Prozessen möglich. Alle Prüfabläufe sind praktisch frei programmier-

bar und übersichtlich protokollier- und dokumentierbar.

Die Anschaffung der Zugprüfmaschine erfolgte im Rahmen des Förderprogramms prokis⁰⁴ des BMWA.



Bild 1: 50 kN Zug-Druck-Prüfmaschine mit Laserextensometer P-50.

Berührungslose Dehnungsmessung beim Zugversuch – der Laser macht's möglich

Für die Dehnungsmessung wurde die neue Zugprüfmaschine mit einem Laserextensometer P-50 von der Fa. Fiedler Optoelektronik ausgestattet. Das Laserextensometer, Typ Parallels scanner, dient zur berührungslosen Messung der Dehnung oder der Stauchung von Prüfkörpern bei einachsiger Belastung. Vor dem Versuch werden zwei Messmarken an der Probe aufgebracht. Das

Laserextensometer scannt den Messbereich mit einem sichtbaren Laserstrahl ab und ermittelt automatisch die Referenzlänge. Die Positionen der Messmarken werden während des gesamten Versuchs erfasst.

Funktionsprinzip

Ein Laserstrahl wird auf eine rotierende planparallele Platte gerichtet. Beim Ein- und Austritt wird der Strahl an zwei gegenüberliegenden Flächen der Platte gebrochen, wodurch sich jeweils gleiche Brechungswinkel ergeben. Durch Rotation der planparallelen Platte wird der Laserstrahl parallel zu sich selbst abgelenkt und überläuft die Probe. An den auf dem Prüfkörper befindlichen Streifen wird das Laserlicht diffus reflektiert. Der Empfänger wertet das zurückgestreute Licht aus und wandelt die Signale in Digitalimpulse um. Aus dem zeitlichen Verlauf dieser Signale errechnet die Software die einzelnen Streifenpositionen und im Verlauf der Prüfung die Dehnung. Eine Auflösung von 0,1µm erlaubt extrem genaue Messungen über einen großen Messbereich. Ein weiterer Vorteil der berührungslosen Dehnungsmessung liegt darin, dass keine Kerben an den Proben für die mechanische Dehnungsmesseinheit eingebracht werden müssen. Dies bringt insbesondere bei Hochtemperaturzugversuchen eine wesentliche Verminderung der Streuung und eine Verbesserung der Genauigkeit.

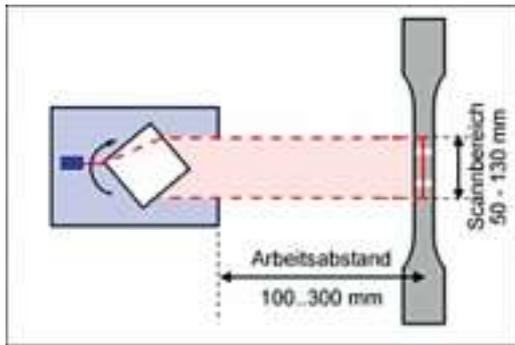


Bild 2: Funktionsprinzip Laserextensometer

Das mechanische Prüflabor wurde damit wesentlich erweitert und ist bestens ausgestattet und in der Lage, alle statischen und dynamischen Werkstoffprüfungen sowohl bei Raumtemperatur als auch bei erhöhten Temperaturen durchzuführen. Mit dem Laserextensometer zur berührungslosen Dehnungsmessung steht nun ein neues Messverfahren, speziell für Hochtemperaturzug- und -druckversuche, zur Verfügung.

Neben der reinen Prüfung von Probestäben bietet das ÖGI aber auch die Entwicklung von Prüfvorrichtungen sowie die statische Prüfung von Gussbauteilen an. Schulungen im mechanischen Prüflabor über die Prüfung von mechanischen Eigenschaftswerten, beginnend bei der richtigen Probenentnahme, der Durchführung einer normgerechten Prüfung bis hin zur Interpretation der Ergebnisse, runden das Angebot ab und sollen die Gießereien bei der Bewältigung ihrer Aufgabenstellungen unterstützen.

Chemisches Labor mit neuem Plasmaemissionsspektrometer ausgestattet

Im chemischen Labor des ÖGI werden jährlich rd. 3.000 Einzelementbestimmungen durchgeführt, insgesamt sind 26 analytische Prüfverfahren akkreditiert. Dabei wird als zentrales Analysengerät ein Plasmaemissionsspektrometer verwendet. Dieses garantiert höchste Flexibilität bei den zu analysierenden Werkstoffen. Im Dezember 2004 wurde das bestehende Plasmaemissionsspektrometer ICP-OES durch ein neues Gerät VARIAN VISTA MPX (**Bild 3**) ersetzt.

Im Gegensatz zum alten Gerät, bei dem die Detektion über einen Photomultiplier erfolgte und nur eine sequentielle Messung der Elemente möglich war, kann mit dem neuen Gerät mittels CCD-Chip eine simultane Messung aller Elemente durchgeführt werden. Der Monochromator und der CCD-Chip sind temperaturstabilisiert bzw. gekühlt, sodass es zu keinen temperaturbedingten Schwankungen (Drift) kommen kann. Auch die Nachweisgrenze ist deutlich verbessert.

Die Ausstattung des chemischen Labors entspricht damit dem Stand der Technik und die zertifizierten Prüfverfahren garantieren Analyseergebnisse von höchstem Qualitätsstandard.

Die Anschaffung des Gerätes wurde vom Land Steiermark, Abt. für Wissenschaft und Forschung, unterstützt, wofür herzlich gedankt sei.

Kontaktadresse:

ÖGI – Österreichisches Gießerei-Institut, A-8700 Leoben, Parkstraße 21
Tel.: +43 (0)3842 431010; Mobil: +43 (0)676 52 64 650
Fax: +43 (0)3842 431011, E-Mail: schindlbacher.ogi@unileoben.ac.at
www.ogi.at



Bild 3: Plasmaemissionsspektrometer VARIAN VISTA MPX



ABB Robotertechnik
DER Partner im
Foundry Bereich

www.abb.at

Wenn Töne zu Figuren werden ...

Das ÖGI unterstützt ein Projekt, das hörgeschädigten Kindern ermöglicht, „Töne zu sehen“

Margarete Löwensprung, Musikpädagogin und Forscherin auf dem Gebiet der Akustik, hat für den Einsatz im Hörgeschädigtenbereich ein Gerät entwickelt, mit dem man „Töne sehen“ kann. Sie nennt es „Tonoskop“. Mit ihrem Projekt „Hören mit den Augen“ ermöglicht die Münchnerin hörgeschädigten Menschen, Musik wahrzunehmen und ihre eigene Stimme in Form von faszinierenden Klangfiguren sichtbar zu machen.

Mit ihrem Modell und einem fertigen Instrument aus Ton in einem braunen Lederköfferchen besuchte Frau Löwensprung die MATERIALICA Messe in München und traf am Stand des Österreichischen Gießerei-Instituts auf interessierte Zuhörer. Die Verantwortlichen für die ÖGI-Versuchsgießerei, Dipl.-Ing. Horst Rockenschaub und Dipl.-Ing. Thomas Pabel, überzeugten sich von der Funktionsweise des Löwensprung-Tonoskops® und der nutzbringenden Anwendbarkeit des bisher aus Keramik gefertigten Instruments. Bald darauf gab die Geschäftsführung grünes Licht, das Projekt der Erfinderin mit der Herstellung von Prototypen aus Bronze bzw. Aluminium im Metallgussverfahren zu unterstützen.

Frau Löwensprung ist von Natur aus neugierig. In Leoben durfte sie sich im vergangenen Jahr vom Engagement und der Präzisionsar-



Strahlend bedankt sich Margarete Löwensprung, mit dem ersten TONOSKOP in der Hand, beim ÖGI-Team (v.l.n.r. Hubert Kerber, Martin Dobay, Thomas Pabel, Horst Rockenschaub) für die Unterstützung.

(Foto: R. Heinrichsen)

beit des ÖGI-Teams ein eigenes Bild machen. Bei der Übernahme der Prototypen in Bronze- und Aluminiumguss sagte Margarete Löwensprung, sichtlich gerührt: „Durch Ihre großzügige Unterstützung – die Herstellkosten betragen ca. 3.000 Euro – bin ich meinem Ziel, hörgeschädigten Menschen Musik näher zu bringen und ihnen die eigene Stimme in einer völlig neuen Dimension erfahrbar zu machen, einen großen Schritt näher gekommen. Dafür danke ich Ihnen in meinem und im Namen aller Betroffenen von ganzem Herzen“ und überreichte den Sponsoren eine zünftige bayrische Brotzeit.

Gehörlose Tonhöhe, Lautstärke und Charakteristik ihrer Stimme optisch wahrnehmen. Jede gesungene Tonhöhe ergibt eine andere Klangfigur. Wird ein Ton wiederholt, erscheint wieder das gleiche Muster. So vermittelt Margarete Löwensprung Kindern und Erwachsenen einen ganz neuen Zugang zur Musik, vor allem aber Freude an der eigenen Stimme.



Projektleiterin Margarete Löwensprung lässt sich von Sachbearbeiter Dipl.-Ing. Hubert Kerber (li.) und Modellbauer Martin Dobay die Gieß-Verfahren erläutern.

(Foto: ÖGI)

Wie funktioniert eigentlich „Hören mit den Augen“?

Das „Tonoskop“ ist ein Gefäß, über dessen größere Öffnung eine Membran gespannt wird. In die kleinere Öffnung wird hinein gesprochen oder gesungen. Dabei wird Sand auf einer Membran von den stark schwingenden Feldern weggeschleudert und bleibt an den ruhenden Knotenlinien liegen. So entstehen faszinierende Klangfiguren. Die Muster entsprechen physikalischen Schwingungsmoden, wie sie Ernst Florens Friedrich Chladni im 18. Jh. entdeckte. Mit dem von Margarete Löwensprung entwickelten Tonoskop können Hörende, Schwerhörige und



Margarete Löwensprung mit ihrem „Tonoskop“ bei der Arbeit mit Kindern in einer Sprachheilschule in München.

(Foto: Christa Pilger-Feiler, © M. Löwensprung)

Weitere Informationen:

www.ogi.at, www.kymatik.de sowie bei Projektleiterin Margarete Löwensprung E-Mail: info@kymatik.de

voestalpine
GIESSEREI TRAISEN GMBH

Interessante Neuigkeiten

Bedeutung von Forschung und Entwicklung (F&E) in der Automobilbranche wächst

Innovationsproduktivität ist in der Automobilindustrie der Schlüssel zur nachhaltigen Profitabilitätssteigerung. Je höher der Umsatzanteil der Neuprodukte im Verhältnis zum Umsatzanteil des F&E-Budgets ist, desto stärker wächst die Profitabilität des Unternehmens. So konnten Autohersteller und Zulieferer mit hoher F&E-Produktivität ihre Profitabilität (gemessen am Wachstum des EBIT) von 2000 bis 2003 um 25 % steigern. Unternehmen mit geringer F&E-Produktivität erreichten nur rund 11 % Profitabilitätszuwachs. Das hat eine gemeinsame Studie von KPMG, dem Werkzeugmaschinenlaboratorium der RWTH Aachen und dem Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie ergeben, bei der Ende 2004 rund 100 deutschsprachige Unternehmen befragt worden sind.

Immer mehr Unternehmen wissen um die wachsende Bedeutung von Forschung und

Entwicklung. So wird in der Automobilbranche der durchschnittliche Anteil des F&E-Budgets am Umsatz in diesem Jahr voraussichtlich auf 4,4 % steigen (nach 4,1 % in 2003). Neuprodukte – also solche, die im Laufe der letzten vier Jahre auf den Markt gekommen sind – leisten einen kontinuierlich wachsenden Beitrag zum Umsatz. Für dieses Jahr wird erwartet, dass sie bereits 45 % ausmachen. Innovative Produkte werden zum Zünglein an der Waage und ein optimierter F&E-Prozess zur Bedingung; diese Herausforderung scheinen die Unternehmen erkannt zu haben.

Die Umfrage „Forschung und Entwicklung managen – Erfolgsfaktoren in der Automobilindustrie“ – kann kostenfrei als PDF-Dokument von der Internetseite www.kpmg.de bezogen werden.

Quelle: DGV Report 02/2005, S. 53

ASHLAND

Ashland und SinterCast geben weltweite Zusammenarbeit bekannt

Wie einer Pressemitteilung vom 15. März 2005 zu entnehmen ist, haben die Ashland Casting Solution, ein Geschäftsbereich der Ashland Specialty Chemicals der Ashland Inc. (Dublin, Ohio/USA) und die SinterCast AB (Stockholm) eine weltweite Zusammenarbeit in den Bereichen Vertrieb und Technik vereinbart.

Der Technikbereich konzentriert sich auf die Entwicklung neuartiger Formüberzüge, Harze und Kernmaterialien zur Optimierung von Mikrogefüge und Eigenschaften an der Kontaktfläche Formstoff/Flüssigmetall von Gusseisen mit Vermiculargrafit. Außerdem soll die Wanddickenempfindlichkeit dieses Gusseisens im Hinblick auf seinen Einsatz als Leichtbauwerkstoff für komplexe Bauteile verbessert und sein Marktpotential damit deutlich erweitert werden.

Ein gemeinsames Marketing soll dazu beitragen, zuverlässige Produktionstechnologie für GGV in neue Märkte einzuführen und den

Gießern weltweit das vollständige Know-how zur GGV-Produktion anzubieten, um damit diesem hochwertigen Eisengusswerkstoff weitere potentielle Anwendungsgebiete zu erschließen.

Die beiderseitigen reichen Erfahrungen sollen auch im Ashland-Forschungszentrum in Dublin/Ohio zusammengeführt werden, um die Weiterentwicklung gemeinsam voranzutreiben.

Derzeit erzeugen 25 Gießereien in 14 Ländern GGV nach dem SinterCast-Verfahren und stellen rd. 40% der gusseisernen Zylinderblöcke bzw. -köpfe weltweit her. Darüber hinaus produzieren diese Unternehmen auch eine große Palette anderer Komponenten von 8 kg bis 17 t sowohl für den automotiven Bereich als auch für andere Anwendungen.

Weitere Informationen:

www.ashland.com und www.sintercast.com

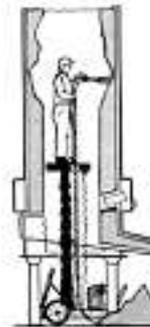
Nissan errichtet eine Produktionsstätte in China

In Guangzhou im Süden Chinas errichten die japanische Nissan Motor Co.Ltd. und die chinesische Dongfeng Motor Co. Ltd. eine Motorenfabrik um rd. 362 Mio US-Dollar, die schon 2006 ihren Betrieb aufnehmen soll. Diese lokale Motorenproduktion wird

Nissan nicht nur Geld ersparen – importierte Motoren sind mit einem Einfuhrzoll von 30% belegt – sondern kommt auch den Wünschen der Regionalregierung entgegen, die Investitionen ausländischer Hersteller in dieser Region begrüßt.

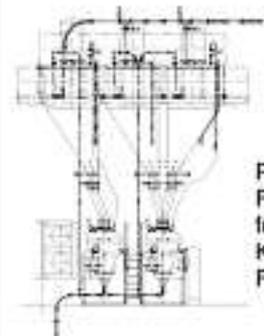
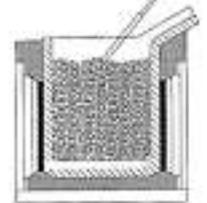
VELCO

Innovationen für Gießereien

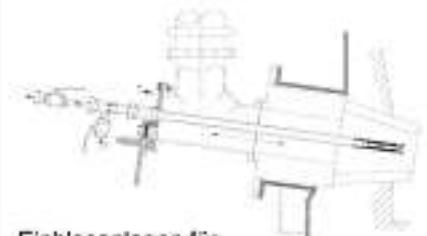


Spritzmaschinen und Hubplatten für die Feuerfestreparatur

Injektionsanlagen für Additive



Pneumatische Förderanlagen für Sand, Kohlenstaub, Filterstaub etc.



Einblasanlagen für Filterstaub, Legierungen, Kohle etc.

Besuchen Sie uns auf der Gießereitagung Innsbruck 21./22. April 2005

VELCO
GESELLSCHAFT FÜR FÖRDER-,
SPRITZ- UND SILO-ANLAGEN MBH

HABERSTRASSE 40 · D-42551 VELBERT
TEL. (02051) 2087-0 · FAX (02051) 2087-20
e-mail: info@velco.de · www.velco.de

Werkstoff-Datenbank bietet zuverlässige Navigation zum richtigen Werkstoff

Die modular aufgebaute Werkstoffdatenbank WIAM®-METALLINFO bietet sowohl für die Anwendung unter MS Windows als auch im Firmenintranet als WIAM®-METALL-INFO Online den schnellen Zugriff auf Daten des gesamten Metallbereichs mit den Gebieten Stahl, Stahlguss und Gusseisen, NE-Metalle (Guss + Knet) und Sintermetalle mit über 4.500 eigenständigen Werkstoffen und mehr als 100.000 Modifikationen. Neben den Basisinformationen wie

- weltweiter Werkstoffvergleich, mechanische und physikalische Eigenschaften (auch temperaturabhängig),
- technologisches Verhalten (z. B. Fügen, Umformen),
- anwendungsspezifisches Verhalten (z. B. Korrosion),
- chemische Zusammensetzung, Werkstoffbeschreibung, Wärmebehandlung sowie

- Hersteller, Händler, Sortimente, Handelsnamen nehmen die neuen und erweiterten Module zum Schwingfestigkeits- und Umformverhalten eine dominante Rolle mit Blick auf Bauteil- und Werkzeugsimulation und -dimensionierung ein.
- In 2004 wurde der Modul Schwingfestigkeitsverhalten WIAM®-ZYK neu strukturiert und mit Wöhlerlinien für Sinterstähle erweitert.
- Im ersten Quartal 2005 konnte ein neuer Modul Fließkurven WIAM®-FLIESS mit Fließkurven für die Blech- und Massivumformung in Abhängigkeit von Walzrichtung, Temperatur und Umformgeschwindigkeit für Stähle und NE-Metalle entwickelt werden.

Zu den Datenbank charakterisierenden Merkmalen gehören u. a. die Werkstoffsuchfunktionen, Schnittstellen für Datenausleitung, ein Autorensystem für das Handling

von Firmendaten, die Deutsch-/Englischversion, die Windows- und Intranetlösungen, der modulare Aufbau und vierteljährliche Updates.

Weitere Informationen und Test der Datenbank unter: www.ima-dresden.de bzw. www.wiam.de.

Die IMA GmbH Dresden präsentiert die aktuellen Produkte auf folgenden Messen/Veranstaltungen:

- 06.07.2005, Zulieferer Innovativ, AUDI-Forum Ingolstadt
- 20. bis 22.09.2005, MATERIALICA 2005, Neue Messe München

Kontaktadresse:

IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Herr Gottfried Geißler, D-01109 Dresden
 Wilhelmine-Reichard-Ring 4
 Tel.: +49 (0)351 8837-348
 Fax: +49 (0)351 8837-342
 E-Mail: geissler@ima-dresden.de

Veranstaltungskalender

Weiterbildung – Seminare – Tagungen – Kongresse – Messen

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

Datum:	Ort:	Thema:
2005		
21.04.	Clausthal/Zell.	Qualitätsüberwachung von Eisenschmelzen durch thermische Analyse (PL)
27.04.	Düsseldorf	Werkstoffanalytik und Schmelzeüberwachung in Eisen-, Stahl- und Tempergießereien (PL)
28./30.04.	Stuttgart	Grundlagen der Gießereitechnik für Leichtmetallguss (QL)
10./11.05.	Heilbronn	Moderne Technologien im Modell- und Formenbau (S)
08./10.06.	St.Wolfgang	Light Metals Technology 2005 (www.lightmetals.org)
13./14.05.	Heilbronn	Kokillenguss (QL)
01./02.06.	Dresden	Anschnitt- und Speisertechnik bei Gusseisen und Stahlguss (S)
02./03.06.	Düsseldorf	Grundlagen und Praxis der Sandaufbereitung und -steuerung von tongebundenen Formstoffen (QL)
21./22.06.	Düsseldorf	Kupfer-Gusswerkstoffe und ihre Schmelztechnik (S)
28./29.06.	Düsseldorf	Maschinelle Kernfertigung (S)
01./02.07.	Duisburg	Schmelzen von Aluminium (QL)

IV=Informationsveranstaltung, MG=Meistergespräch, PL=Praxislehrgang, QL=Qualifizierungs-lehrgang, S=Seminar, WS=Workshop, FT=Fachtagung

Nähere Informationen erteilt der VDG Düsseldorf: Frau Gisela Frehn, Tel.: +49 (0)211 6871 335, E-Mail: gisela.frehn@vdg.de, Internet: www.weiterbildung.vdg.de

Weitere Veranstaltungen:

2005		
16./19.04.	St.Louis (USA)	109. Metalcasting Congress mit CastExpo (www.afsinc.org) und
19.04.	St.Louis	WFO TECHNICAL FORUM 2005 – „Metal Casting Research – Where is it going?“
20.04.	St.Louis	WFO Generalversammlung
21./22.04.	Innsbruck	Große Gießereitechnische Tagung Deutschland – Schweiz – Österreich
26./27.04.	Bremen	Leichtbau mit metallischen Werkstoffen (www.vdi.de)
26./28.04.	Bonn	Feuerfeste Werkstoffe in Theorie und Praxis – Grund- u. Aufbau-seminar
27./28.04.	Aalen	26. Aalener Gießereisymposium
09./11.05.	Magdeburg	Deutscher Ingenieurtag 2005 (www.ingenieurtag.de)
11./12.05.	Linz / Donau	factory-days LINZ (www.factory-days.at)
18./19.05.	Paris	3D Modelling 2005 (www.numerisation3d.com)
18./20.05.	Shanghai (Cn)	Aluminium China
26./28.05.	Opatija	6 th Int. Foundrymen Conf. of Croatia

28.05./02.06.	Opio (F)	Modeling of Casting, Welding a. advanced Solidification Processes (www.mcwasp.org)
31.05./01.06.	Erfurt	RAPID TECH – Anwendertagung u. Fachausstellung f. Rapid- Technologie (www.rapidtech.de)
07./08.06.	Baden-Baden	7. GMA-Kongreß „Automatisieren in der Gießereitechnik“ (www.vdi.de/gma/kongress2005)
08./10.06.	St.Wolfgang/A	Vom Werkstoff zum Bauteilsystem – Light Metals Technology 2005 (www.lkr.at)
09./11.06.	Dornbirn	intertech bodensee (www.intertech.info)
09./11.06.	Brasov (RO)	18 th Romanian National Foundry Conference and Exhibition
09./12.06.	HongKong	Mould & Die Asia 2005
13./15.06.	Geesthacht (D)	DGM-Fortbildungsseminar „Metallische Verbundwerkstoffe“
14./15.06.	Bonn	26. VDI-/VDEh-Forum Instandhaltung (www.vdi.de/ih2005)
15./16.06.	Düsseldorf	Gießereihistorisches Kolloquium (VDG-Fachausschuß Geschichte)
19./23.06.	Trois-Rivieres (Cd)	TRANSAL 2005 (www.transal.net)
21./23.06.	Leipzig	Z 2005 – Die Zuliefermesse (www.zuliefermesse.de) mit Unternehmertreffen „Kontakt“ u. „Einkäufertagen“
21./24.08.	Calgary (Cd)	Light Metals 2005
07./10.09.	Guangzhou (Cn)	4 th Int. Mould & Die Asia (www.mould-die.com)
11./15.09.	Melbourne (AUS)	ALUMINIUM CASTHOUSE TECHNOLOGY – 9. Australasian Conference & Exhibition (www.aluminiumcasthouse.com)
14./16.09.	Erlangen	39. Metallographie-Tagung „Materialographie“ mit Ausstellung
15./16.09.	Portoroz (SL)	45 th Foundry Conference mit Ausstellung (www.uni-lj.si/societies/foundry)
17./19.09.	Shanghai (Cn)	4 th Nonferrous & Special Casting Conf. (www.foundry-china.com)
20./21.09.	Brno (CZ)	42. Tschechische Gießereitagung mit Ausstellung (www.slevarenska.cz)
20./22.09.	Shanghai (Cn)	Nonferrous & Special Casting 2005 Exhibition (www.foundry.com.cn)
27./30.09.	Sinsheim / D	24. MOTEK (Int. Fachmesse f. Montage u. Handhabungstechnik)
28./30.09.	Kielce (PL)	Metal
03./07.10.	Brno	47. Int. Maschinenbau-Messe (www.bv.cz/msv)
05./07.10.	Linz / Donau	Smart Automation Austria (www.smart-automation.at)
15./18.10.	Hanoi (Vietnam)	9 th Asian Foundry Congress AFC-9 (www.vietnamfometa.com.vn)
19./20.10.	Strasbourg (F)	Les Journees de la Fonderie (www.ctif.com)
20./22.10.	London (UK)	FOUNDRIY INTERNATIONAL LONDON 05 (Birmingham 12./15.10. abgesagt!) (www.foundryinternational2005.com)
25./27.10.	Brno	1 st Int. Conference STEELSIM 2005 (www.trz.cz/steelsim05)
21./22.11.	Aachen	2. Hochschul-Kupfersymposium (www.kupferinstitut.de)
2006		
07./09.03.	Nürnberg	6. Int. EUROGUSS 2006 (www.euroguss.de)
16./19.05.	Brno	Fondex
17./20.05.	Brescia (I)	Foundeq – Metef
04./07.06.	Harrogate (UK)	67 th World Foundry Congress
05./07.06.	Harrogate	Foundry, Furnace a. Castings Expo (www.ffc-expo.com)
20./22.09.	Essen	Aluminium 2006 – 6. Weltmesse mit Kongress
14./18.11.	Basel (CH)	PRODEX mit SWISSTECH 2006 (www.prodex.ch)
2007		
12./16.06.	Düsseldorf	GIFA (www.gifa.de) – METEC (www.metec.de) – THERMPROCESS (www.thermprocess.de) – NEWCAST (www.newcast-online.de) und WFO TECHNICAL FORUM 2007

G & L FEUERFESTTECHNIK

REFRACTORY TECHNOLOGIES



A - 3 1 2 2 G A N S B A C H
D U N K E L S T E I N E R G A S S E 8
* A U S T R I A *
T E L : (+ 4 3) 0 2 7 5 3 / 6 0 1 3 - 0
F A X : (+ 4 3) 0 2 7 5 3 / 6 0 1 3 - 7 5
E - M A I L : O F F I C E @ G L - F F - T E C H . C O M
H T T P : / / W W W . G L - F F - T E C H . C O M

BERATUNG BEI ENTWICKLUNG, PRODUKTION UND ANWENDUNG VON FEUERFESTWERKSTOFFEN
CONSULTING AT DEVELOPEMENT, PRODUCTION AND APPLICATION OF REFRACTORY MATERIALS



FÖRDER-, SPRITZ -
U. SILOANLAGEN

WABENROST
HITZESCHUTZ
SYSTEM
STROMBERG



WÄRMEDÄMMSTOFFE
SPEZIALMASSEN
(KLEBER, KITTE, ANSTRICHE,
SANIERUNGSMASSEN, BLEITMITTEL,
MARKIERPULVER.)
BIS 1.900°C



Patenschaften für studentische VÖG-Mitgliedschaft

Der VÖG-Vorstand hat in seiner Sitzung vom 4. März 2004 beschlossen, Studierende des Gießereifaches an der Montanuniversität im 2. Studienabschnitt einzuladen, im Rahmen einer bis zum Studienabschluss (max. 3 Jahre) übernommenen Unternnehmenspatenschaft dem VÖG als Studentisches Mitglied mit Bezug der Giesserei Rundschau beizutreten.

Bisher haben die nachstehenden Mitgliedsfirmen Patenschaften übernommen bzw. zugesagt, wofür ihnen herzlichst gedankt sei:

- Austria Alu-Guss GmbH, Ranshofen
- Georg Fischer Eisenguss GmbH, Herzogenburg
- Georg Fischer Fittings GmbH, Traisen
- Hydro Aluminium Mandl & Berger GmbH, Linz
- Miba Gleitlager GmbH, Laakirchen
- Vöcklabrucker Metallgiesserei A. Dambauer & Co GmbH, Vöcklabruck
- voestalpine Giesserei Linz GmbH, Linz
- voestalpine Giesserei Traisen GmbH, Traisen

Neue Mitglieder

Ordentliche (Persönliche) Mitglieder

Schwarz, Helmut, Dipl.-Ing., MBA, Technischer Geschf. voestalpine Giesserei Linz GmbH, Voest-Alpine Straße 3, A-4031 Linz
Privat: A-4523 Neuzeug, Mühlaweg 10

Studentische Mitglieder

Krassnig, Hans-Jörg, A-8700 Leoben, Zellergrasse 3

Pschera, Roman, A-8700 Leoben, Bachgasse 13

Stadlhofer, Michael, A-8700 Leoben, Kämtnerstraße 47

Firmenmitglieder

Hammerschmid GmbH & Co KG, Ernstbrunner Eisengießerei, A-2115 Ernstbrunn, Laaerstraße 2

Personalia

Wir gratulieren zum Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. **Rudolf Steinhart**, A-4221 Steyregg, Am tiefen Weg 14, **zum 60. Geburtstag** am 6. Mai 2005.



Geboren in Schwarzach i. Pg. besuchte Rudolf Steinhart dort die Volksschule und anschließend in St. Johann i. Pg. das Bundesrealgymnasium, das er 1964 mit der Matura mit Auszeichnung abschloss. Sein weiterer Bildungsweg führte ihn an die Montanuniversität Leoben, wo er das Studium Hüttenwesen mit Fachrichtung Gießerei absolvierte. Nach der Diplomprüfung leistete Rudolf Steinhart den Grundwehrdienst ab und trat 1973 in die Gießerei der damaligen VOEST in Linz ein. Das Arbeitsgebiet betraf die technische Leitung der Metallgießerei, in der Gleitlager aus Kupferbasis- und Zinkbasislegierungen im Kokillen- und Sandguss hergestellt wurden. Unter seiner Leitung erfolgte eine weitgehende Mechanisierung und Rationalisierung der Produktion sowie eine laufende Qualitätsverbesserung der hergestellten Gussteile.

Einen besonders erfolgreichen Verlauf nahm die Entwicklung wartungsfreier Gleitlager aus hochfestem Messing mit eingesetzten Grafitinserts. Diese Gleitelemente mit der Bezeichnung WF-750 sind heute der Hauptumsatzträger der Metallgießerei. Abnehmer dieser Teile sind Werkzeugbauer im Automobil- und Kunststoffbereich. Nach langen Jahren, in denen der Betrieb in der Stahlgießerei untergebracht war, konnte Rudolf Steinhart an die Planung eines Neubaus der Metallgießerei mit Büroteil, Hochregallager und Produktionshalle herangehen. Im Mai 2000 übersiedelte die Gießerei in diesen Neubau. Damit war der Grundstein für einen Ausbau des Lieferprogramms von einfachen Gleitelementen hin zu hochwertigen Komponenten gelegt.

Mit 1. Oktober 2004 beendete Dipl.-Ing. Rudolf Steinhart seine aktive Berufslaufbahn in der voestalpine Giesserei Linz GmbH und befindet sich derzeit im Freizeitblock der Altersteilzeit. Mitglied im Verein Österreichischer Gießereifachleute ist er seit 1989.

Herrn Dipl.-Ing. **Klaus Dieter Schröter**, A-4020 Linz, Klammstraße 1, **zum 65. Geburtstag** am 6. Mai 2005.



Geboren am 06. Mai 1940 in Bremen/D besuchte Klaus D. Schröter dort auch die Grundschule und danach die Gymnasien in Bremen, Dortmund, Heilbronn/N mit Abitur in Dillenburg. Anschließend folgte das Studium der Eisenhüttenkunde in Berlin und Clausthal-Zellerfeld. 1968 trat Schröter bei der Stahlwerke Südwestfalen AG in den Werken Dillenburg und anschließend im Werk Geisweid in das Berufsleben ein (Adjustage von rostfreien Bändern und Blechen und ab 1970 Blockwalzwerk). 1972 wechselte er ins das Aluminiumfach zur Kloth-Senkung GmbH nach Hildesheim, wo er die Leitung der Druckgießerei übernahm. Es folgte 1979/1980 die Leitung der Gießerei Zimmerrguss in Giessen. Ende 1980 trat Dipl.-Ing. Schröter in das Eisenwerk Brühl (die Muttergesellschaft der Gießerei Mandl & Berger „GMB“) ein und übernahm die Aufgabe, den Guss von Zylinderköpfen und Getriebegehäusen mit den dazugehörigen Produktionsanlagen auch in Linz mit einzuführen. Das Eisenwerk Brühl hatte für das Gießen von Zylinderköpfen ein eigenes Verfahren („Tandem“/„Tridem“) entwickelt, das zum selben Zeitpunkt wie in Linz auch bei Georg Fischer Automobilguss in Herzogenburg eingeführt wurde. Auch das war eine der Aufgaben, die Dipl.-Ing. Schröter zu erfüllen hatte. Kunde war General Motors in Aspern. Die Pflege dieses Kunden gehörte auch zu seinem Aufgabenbereich.

Nicht lange hat es gedauert, dass „GMB“, heute Hydro Aluminium Mandl & Berger, in Bezug auf Lieferbereitschaft und Qualität als „Benchmark“ gesehen wurde, dies sowohl im GM Werk Aspern als auch im Werk Kaiserslautern. Darum war die Einführung eines Managementsystems nach ISO 9001 nur eine logische Folge und Verpflichtung. Innerhalb eines Jahres konnte das Zertifikat 1994 in Empfang genommen werden. Als gewerberechtlicher Geschäftsführer hat Dipl.-Ing. Klaus D. Schröter den Standort des Unternehmens im Hinblick auf Umwelt und Nachbarschaft als Herausforderung und Anliegen angenommen und mit Elan und Konsequenz in Zusammenarbeit mit der Behörde eine Situation geschaffen, die auch heute noch als beispielhaft angesehen werden muss (thermische Nachver-

brennung zusammen mit CTP/Graz und thermische Sandaufbereitung mit FAT/Niederfischbach/D im Jahre 1990).

Der gute Ruf des Unternehmens hat dazu beigetragen, dass die Weiterentwicklung der Produkte gemein mit Mandl & Berger gemacht wurde (in der Prototypenphase wird bereits auf produktionspezifische Notwendigkeiten Rücksicht genommen und werden diese in das Produkt eingearbeitet). An allen diesen Entwicklungen war Klaus Schröter mitbeteiligt. Schröters Rat und Erfahrung waren und sind noch immer geschätzt. Das soll sich auch in der Zeit nach seinem 65. Geburtstag weiter fortsetzen. Das Einführen der Mandl & Berger Fertigungstechnik bei externen Kunden, sei es in Südafrika oder ganz aktuell bei einem Gießereipartner in Indien, wird seine Hauptaufgabe sein.

Die Vielfalt der Projekte lässt schon jetzt die Aussage zu, dass Dipl.-Ing. Klaus Dieter Schröter in den nächsten Jahren die Zeit nicht lang werden wird. Der Jubilar ist seit 2003 Mitglied im Verein Österreichischer Gießereifachleute.

Professor Dr. Sc. Ph.D. Eng. Józef Szczepan Suchy, Krakau, feiert 30jähriges Jubiläum



Der Präsident der Vereinigung Polnischer Gießereifachleute (STOP) und Schatzmeister der Gießereiweltorganisation (WFO), feiert sein 30 jähriges Berufsjubiläum als Hochschullehrer.

Jozef Suchy wurde 1951 in Katowice geboren und schloß sein Master-Studium 1974 an der Silesian University of Technology – Faculty of Mechanical Engineering, ab. Schon 1975 erwarb er den Ph.D. Degree, 1983 habilitierte er zum Doctor of Sciences

und 1993 wurde er zum Professor berufen.

Seit nunmehr 30 Jahren lehrt Professor Suchy auf dem Gebiet der Gießereitechnologie unter Einbeziehung von Informatik und Metallphysik, was zur Hebung des Interesses am Gießerei-Studium in seinem Land wesentlich beigetragen hat: 1974 bis 1984 am Gießerei-Institut der Silesian University of Technology, dann von 1984 bis 2001 an der Technical University von Opole, wo er in den Jahren 1996 bis 1999 auch die Funktion des Rektors ausübte. Daneben hielt Prof. Suchy Vorlesungen an der Warsaw Technical University (1987-1993) und seit 1996 ist er auch Gastprofessor am VUT der Universität Brno / CZ.

Seit 2001 ist Professor Suchy Vorstand am Dept. of Modelling of Foundry Processes an der AGH University of Science and Technology – Faculty of Foundry Engineering in Krakau.

Neben seiner Tätigkeit in Lehre und Forschung übt Professor Suchy zahlreiche Funktionen in Organisationen und Vereinigungen des sozialen und wirtschaftlichen Bereiches aus. Er ist seit 1992 Präsident der Vereinigung Polnischer Gießereifachleute und war 1999 Präsident der WFO, zu deren Schatzmeister er 2002 gewählt wurde. Von ihm stammen über 250 wissenschaftliche Veröffentlichungen, zum Teil aus weltweit gehaltenen Vorträgen auf internationalen Kongressen. Als Vorsitzender des Programmausschusses der Int. Messe METAL-Kielce ist er für deren Gestaltung mitverantwortlich.

In Würdigung seiner Tätigkeit wurden Professor Suchy viele nationale und internationale Ehrungen und Auszeichnungen zu Teil. In der akademischen Gemeinschaft und in der Industrie Polens hat Prof. Suchy den Ruf eines überaus aktiven und hochgeschätzten Mitgliedes. Sein Berufsjubiläum feierte Prof. Suchy mit seinen Freunden und Kollegen am 19. März d.J. mit einer Gala-Vorstellung des Krakauer Kabarets „Piwnica pod Baranami“ („Der weiße Widder“), zu der auch die Teilnehmer am MEGI-Meeting (der mitteleuropäischen Gießerei-Initiative) eingeladen waren, das auf Einladung der polnischen Gießerkollegen gerade in Krakau stattgefunden hat.

Der Verein Österreichischer Gießereifachleute wünscht seinem Mitglied, Herrn Professor J.S. Suchy, auch weiterhin Gesundheit und ein erfolgreiches Wirken.

Allen Jubilaren ein herzliches Glückauf!

Ihr Partner in der Materialprüfung

ARDROX Farbeindringprüfmittel
GE Inspection Technologies/Krautkramer Härteprüfgeräte
GE Inspection Technologies/Krautkramer Ultraschall-Prüfgeräte
GE Inspection Technologies/Seifert Durchleuchtungs-Anlagen
WAS Spektrometer

Besuchen Sie uns anlässlich der Gießereitechnischen Tagung im Congresszentrum Innsbruck 21./22.4.2005!



MITTLI KOMMANDITGESELLSCHAFT

**PROBLEMLÖSUNG – BERATUNG
LEIHGERÄTE – SERVICE**

1030 Wien, Hegergasse 7 - Tel. 798 66 11-0, Fax -31
e-mail: mittli@mittli.at - homepage: www.mittli.at

Zwick / Roell

- **Universelle Prüfleistung schon ab 500 N**
- **Exakte Messung von Kraft, Weg und Dehnung**
- **Kinderleichte Bedienung mit der flexiblen Prüfsoftware testXpert®**

Jetzt kostenlos Infos anfordern

Zwick GmbH & Co. KG Tel.: 073 05-1 00
 August-Nagel-Str. 11 Fax: 073 05-1 02 00
 D-89079 Ulm Internet: <http://www.zwick.de>
 e-mail: info@zwick.de



Prüfen mit Verstand

www.metal.targikielce.pl
www.nonfermet.targikielce.pl

28-30.09.2005
Kielce, Polen

11. Internationale Messe der Technologie für Gießereitechnik

METAL

- 290 Firmen aus 23 Ländern, von denen über die Hälfte ausländische Firmen oder deren polnische Handelsniederlassungen darstellen
- Die Ausstellungsfläche beträgt 2.800 m² netto
- über 100 Maschinen und Anlagen für Gießereitechnik

4. Ausstellung der Technologie, der Bearbeitung und der Anwendung der Nichteisenmetalle

NonFerMet

**DENKST DU AN DIE ZUKUNFT?
ES LOHNT SICH HIER DA ZU SEIN.**

Vertreter: Dipl.-Ing. Piotr Cudok
 EUC consulting, Blochmannstr. 58A, D-12209 Berlin
 tel. 030 755 19 517, fax 030 720 14 924
info@euconsulting-berlin.de, www.euconsulting-berlin.de
 Organisator: Messe Kielce GmbH, Kielce, Poland
 Manager - Piotr Pawelec, tel. +4841 365 12 20, fax 365 13 13
pawelec.p@targikielce.pl

Bücher und Medien



Gießtechnik im Motorenbau – Anforderungen der Automobilindustrie



VDI-Berichte Nr. 1830 der 3. VDI-Tagung „Gießtechnik im Motorenbau“ am 1./2.2.2005 in Magdeburg, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 2005, 332 Seiten, 253 Bilder, 5 Tabellen, ISBN 3-18-091830-6, Preis € 74,-, VDI-Mitglieder € 66,-.

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

Der Berichtsband ist ein nichtredigierter Manuskriptdruck der auf der Tagung gehaltenen 20 Vorträge:

H. Tschöke: Entwicklungen bei Otto- u. Dieselmotoren mit dem Versuch einer Bewertung / H.D. Honsel: Die Gießereien als Entwicklungspartner des Motorenbaues /

W. Schneider u. M.: Das Audi Hybrid-Magnesium-Zylinderkurbelgehäuse – eine Herausforderung in Entwicklung und Produktion / C. Landerl u. M.: Das neue BMW Magnesium-Aluminium Verbundkurbelgehäuse / W.

Schöffmann u. M.: Magnesium Kurbelgehäuse am Leichtbau-Dieselmotor. Erfahrungen aus der Sicht der Fahrzeugerprobung / K. Bing u. M.: Kolben für Hochleistungsmotoren – Herausforderung für die Gießtechnik / F. Scheppe u. M.: Prozeß – Gefüge – Eigenschaften. Die Simulation – ein Optimierungstool / S. Reichstein u.M.: Entwicklung von Kolbenwerkstoffen für moderne Hochleistungsdieselmotoren / C. Wilhelm: GGv – ein (kein) Werkstoff für den Leichtbau / C.

Bartels u. M.: Leichtbau mit ADI – Chancen für den Motorenbau / E. Köhler u. M.: Vollaluminium-Zylinderkurbelgehäuse – Al-Zylinderlaufflächen / R. Bähr u. M.: Neue Wege in der virtuellen Produktentwicklung – Praxisbeispiele / J.C. Sturm: Vorhersage lokaler Eigenschaften von Gussteilen im Motorenbau / M. Todte u. M.: Virtuelle Entwicklungskonzepte für Zylinderköpfe / S. Knirsch u. M.: Datendurchgängigkeit als Schlüssel einer effizienten Produkt- und Prozessentwicklung / U. Bischoff u. M.: Salzkemtechnologie – Zukunft im Motorenguß / R. Brandstätter: Neue Beschaffungsprozesse und Kommuni-

kationswege im Rahmen von Produktneuläufen am Beispiel des neuen Passat bei Volkswagen / J. Hadler u. M.: Innovationen aus der VW Dieselmotorenentwicklung / U. Baretzky u. M.: Hochleistungsgussteile im Audi V8 FSI Biturbo für die 24 Stunden von Le Mans / H. Junk u. M.: Zylinderkurbelgehäuse für die Großserie – maßgegossen mit optimierten Eisengusswerkstoffen.

Das Wärmebehandeln ist meist die letzte oder vorletzte Arbeitsoperation im Herstellungsprozeß von Bauteilen und Werkzeugen. Erfolg oder Misserfolg der Wärmebehandlung beeinflussen nicht nur die Fertigungskosten, sondern bestimmen auch die Produktqualität und -Zuverlässigkeit.

Bereits beim Entwickeln und Konstruieren müssen daher Werkstoffe, Werkstückform und Wärmebehandlungsverfahren nicht nur auf die erforderlichen Gebrauchs- und Verarbeitungseigenschaften, sondern auch auf die Erfordernisse einer fertigungssicheren und risikofreien Wärmebehandlung sorgfältig abgestimmt werden.

Hierzu ist es unumgänglich, die Wärmebehandlungbarkeit und die erreichbaren Eigenschaften des gewählten Werkstoffs zu beachten und sämtliche für die Durchführung des Wärmebehandelns erforderlichen Daten in den Fertigungsunterlagen eindeutig festzulegen.

Dies setzt aber ausreichende Kenntnisse darüber voraus, wie ein Werkstück aus gegebenem Werkstoff auf die Wärmebehandlung reagiert, in welchen Grenzen die bewirkten Eigenschaftsänderungen streuen, welche Fehler auftreten können und wie wärmebehandelte Teile zweckentsprechend zu prüfen sind.

Das vorliegende Buch ist auf die Bedürfnisse des Praktikers zugeschnitten entsprechend den praktischen Erfahrungen, welche die Autoren bei vielen Weiterbildungsveranstaltungen und bei ihrer beruflichen Tätigkeit gemacht haben. Für eine darüber hinausgeh-

Wärmebehandlung – Grundlagen und Anwendungen für Eisenwerkstoffe



Von Dr.-Ing. Dieter Liedtke und Ing. (grad.) Rolf Jönsson, 6., durchges. Auflage 2004, 346 S., 421 Abb., 92 Tab., Preis € 53,-, ISBN 3-8169-2417-4. Band 349 der Reihe *Kontakt & Studium* der Technischen Akademie

Esslingen in Zusammenarbeit mit dem expert verlag, D-71272 Renningen, Wankelstraße 13, Tel.: +49 (0)7159 9265 14, Fax: 20, E-Mail: expert@expertverlag.de, www.expertverlag.de

Der von der International Energy Agency erstellte World Energy Outlook ist die umfangreichste und kompetenteste Prognose der Energiereserven der Welt, die wegen ihrer analytischen Genauigkeit von Regierungen und Industrievertretern mehrfach ausgezeichnet worden ist. Die am 26. Oktober 2004 veröffentlichte aktuelle Ausgabe enthält auf rd. 574 Seiten umfangreiche Analysen mit ca. 150 grafischen Darstellungen und Tabellen. Der Inhalt gliedert sich in 11 Kapitel und rd. 140 Seiten Anhang: Zusammenhänge / weltweite Energietrends / Prognosen bezogen auf Erdöl / Erdgas / Kohle / Elektrizität / erneuerbare Energie / Regionalverfügbarkeit und -bedarf / Tiefenanalyse Russland / Energie und Weiterentwicklung / globale Alternativszenarien / Anhang.

Verfügbarkeit und Bedarf aller Energiesorten einschließlich der bezogenen CO₂-Emissionen und deren Verminderungsmöglichkeiten werden bis zum Jahr 2030 hochgerechnet. Hinsichtlich alternativer Szenarien werden Abschätzungen des Einflusses möglicher Klimaveränderungen und leistungsfähiger Technologien vorgenommen. Das wichtige Energieland Russland wird einer Tiefen-

hendere Vertiefung wird auf die weiterführende Fachliteratur verwiesen, wozu jedem Kapitel entsprechende Literaturhinweise angefügt sind.

Inhalt:
Verhalten der Eisenwerkstoffe unter dem Einfluß der Zeit-Temperatur-Folge beim Wärmebehandeln / Härten, Anlassen, Vergüten, Bainitieren / Härbarkeit – Beurteilung der Eignung zum Härten / Praktische Hinweise zum Härten, Anlassen und Vergüten von Bauteilen und Werkzeugen / Randschichthärten / Glühen von Eisenwerkstoffen / Aufkohlen, Carbonitrieren, Einsatzhärten / Nitrieren und Nitrocarburieren / Boreieren und Chromieren / Prüfen des wärmebehandelten Zustands / Wärmebehandlungsangaben in Zeichnungen und Fertigungsplänen – Gehärtete, vergütete, bainitierte, geglühte Werkstücke – randschichtgehärtete, einsatzgehärtete, nitrierte oder nitrocarburierter Werkstücke / Hinweise zum Erkennen von Fehlern und Vermeiden von Ausschuß – Härten und Anlassen von Bauteilen und Werkzeugen – Randschichthärten, Einsatzhärten, Nitrieren und Nitrocarburieren / Sachregister / Autorenverzeichnis.

der Welt, die wegen ihrer analytischen Genauigkeit von Regierungen und Industrievertretern mehrfach ausgezeichnet worden ist. Die am 26. Oktober 2004 veröffentlichte aktuelle Ausgabe enthält auf rd. 574 Seiten umfangreiche Analysen mit ca. 150 grafischen Darstellungen und Tabellen. Der Inhalt gliedert sich in 11 Kapitel und rd. 140 Seiten Anhang: Zusammenhänge / weltweite Energietrends / Prognosen bezogen auf Erdöl / Erdgas / Kohle / Elektrizität / erneuerbare Energie / Regionalverfügbarkeit und -bedarf / Tiefenanalyse Russland / Energie und Weiterentwicklung / globale Alternativszenarien / Anhang.

Verfügbarkeit und Bedarf aller Energiesorten einschließlich der bezogenen CO₂-Emissionen und deren Verminderungsmöglichkeiten werden bis zum Jahr 2030 hochgerechnet. Hinsichtlich alternativer Szenarien werden Abschätzungen des Einflusses möglicher Klimaveränderungen und leistungsfähiger Technologien vorgenommen. Das wichtige Energieland Russland wird einer Tiefen-

hendere Vertiefung wird auf die weiterführende Fachliteratur verwiesen, wozu jedem Kapitel entsprechende Literaturhinweise angefügt sind.

Inhalt:
Verhalten der Eisenwerkstoffe unter dem Einfluß der Zeit-Temperatur-Folge beim Wärmebehandeln / Härten, Anlassen, Vergüten, Bainitieren / Härbarkeit – Beurteilung der Eignung zum Härten / Praktische Hinweise zum Härten, Anlassen und Vergüten von Bauteilen und Werkzeugen / Randschichthärten / Glühen von Eisenwerkstoffen / Aufkohlen, Carbonitrieren, Einsatzhärten / Nitrieren und Nitrocarburieren / Boreieren und Chromieren / Prüfen des wärmebehandelten Zustands / Wärmebehandlungsangaben in Zeichnungen und Fertigungsplänen – Gehärtete, vergütete, bainitierte, geglühte Werkstücke – randschichtgehärtete, einsatzgehärtete, nitrierte oder nitrocarburierter Werkstücke / Hinweise zum Erkennen von Fehlern und Vermeiden von Ausschuß – Härten und Anlassen von Bauteilen und Werkzeugen – Randschichthärten, Einsatzhärten, Nitrieren und Nitrocarburieren / Sachregister / Autorenverzeichnis.

der Welt, die wegen ihrer analytischen Genauigkeit von Regierungen und Industrievertretern mehrfach ausgezeichnet worden ist. Die am 26. Oktober 2004 veröffentlichte aktuelle Ausgabe enthält auf rd. 574 Seiten umfangreiche Analysen mit ca. 150 grafischen Darstellungen und Tabellen. Der Inhalt gliedert sich in 11 Kapitel und rd. 140 Seiten Anhang: Zusammenhänge / weltweite Energietrends / Prognosen bezogen auf Erdöl / Erdgas / Kohle / Elektrizität / erneuerbare Energie / Regionalverfügbarkeit und -bedarf / Tiefenanalyse Russland / Energie und Weiterentwicklung / globale Alternativszenarien / Anhang.

Verfügbarkeit und Bedarf aller Energiesorten einschließlich der bezogenen CO₂-Emissionen und deren Verminderungsmöglichkeiten werden bis zum Jahr 2030 hochgerechnet. Hinsichtlich alternativer Szenarien werden Abschätzungen des Einflusses möglicher Klimaveränderungen und leistungsfähiger Technologien vorgenommen. Das wichtige Energieland Russland wird einer Tiefen-

World Energy Outlook 2004



ISBN 92-64-10817-3 (2004)

Der von der International Energy Agency erstellte World Energy Outlook ist die umfangreichste und kompetenteste Prognose der Energiereserven

der Welt, die wegen ihrer analytischen Genauigkeit von Regierungen und Industrievertretern mehrfach ausgezeichnet worden ist. Die am 26. Oktober 2004 veröffentlichte aktuelle Ausgabe enthält auf rd. 574 Seiten umfangreiche Analysen mit ca. 150 grafischen Darstellungen und Tabellen. Der Inhalt gliedert sich in 11 Kapitel und rd. 140 Seiten Anhang: Zusammenhänge / weltweite Energietrends / Prognosen bezogen auf Erdöl / Erdgas / Kohle / Elektrizität / erneuerbare Energie / Regionalverfügbarkeit und -bedarf / Tiefenanalyse Russland / Energie und Weiterentwicklung / globale Alternativszenarien / Anhang.

Verfügbarkeit und Bedarf aller Energiesorten einschließlich der bezogenen CO₂-Emissionen und deren Verminderungsmöglichkeiten werden bis zum Jahr 2030 hochgerechnet. Hinsichtlich alternativer Szenarien werden Abschätzungen des Einflusses möglicher Klimaveränderungen und leistungsfähiger Technologien vorgenommen. Das wichtige Energieland Russland wird einer Tiefen-

hendere Vertiefung wird auf die weiterführende Fachliteratur verwiesen, wozu jedem Kapitel entsprechende Literaturhinweise angefügt sind.

analyse unterzogen und schließlich widmet sich eine genaue Untersuchung den weltweit verfügbaren Öl- und Gasreserven und den damit verbundenen Unsicherheiten bei deren Messung.

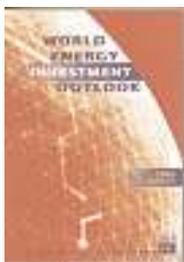
Bezugsadresse:

International Energy Agency, 9
rue de la Fédération,
F-75739 Paris Cedex 15, Tel: +33 1 40 57
65 00/01, Fax: +33 1 40 57 65 59
Email: info@iea.org
www.worldenergyoutlook.com

Preise:

Paper express delivery: € 150
Paper express delivery + PDF I user: € 180
PDF I user: € 120

WORLD ENERGY INVESTMENT OUTLOOK – 2003 Insights



Das Buch ist der erste umfassende und autorisierte Bericht über den in den nächsten 30 Jahren voraussichtlichen Investitionsbedarf der Energieversorgungskette in der Welt. Herausgegeben wurde der Bericht von OECD und

IEA, Paris, 2003. Er wurde erstellt von einem Experten-Team um Fatih Birol, dem Vorsitz der Economic Analysis Division (EAD) der International Energy Agency (IEA) in Zusammenarbeit mit zahlreichen Regierungsstellen, Internationalen Organisationen, Energieversorgungsgesellschaften und Institutionen weltweit. Der Bericht in Englischer Sprache umfasst 511 Seiten mit zahlreichen

Bildern, Grafiken und Tabellen. ISBN: 92-64-01906-5, Preis: € 150,-.

Demnach wird der weltweit eingeschätzte Investitionsbedarf der nächsten 30 Jahre aus heutiger Sicht auf dem Energiesektor mit rd. 16 Trillionen (16x10¹⁸) US Dollar angeben. Diese erschreckende Zahl lässt erkennen, dass in der Energiewirtschaft noch nachhaltige Umgestaltungen erforderlich sein werden, wenn alle Bürger dieser Welt bis zum Jahr 2030 Zugang zu elektrischer Energie haben sollen.

Der Bericht geht im Detail auf die einzelnen Energieträger und Weltregionen ein und vermittelt ein globales Bild. Die analytischen Darstellungen werden durch entsprechende Veränderungsvorschläge ergänzt. Die Autoren wollen mit dieser Darstellung vor allem dazu anregen, die dringend notwendige und ernsthafte Diskussion der aufgezeigten Probleme in Angriff zu nehmen und Lösungswege zu beschreiben.

Bezugsadresse:

International Energy Agency
9, rue de la Fédération
F-75739 Paris Cedex 15,
Tel: +33 1 40 57 65 00/01
Fax: +33 1 40 57 65 59
Email: books@iea.org, www.iea.org/books

MATERIAL innovativ – Das Magazin für Werkstoff- anwender



Mit diesen Inhalten spricht *MATERIAL innovativ* vor allem Leser aus der materialerzeugenden und -verarbeitenden Industrie als Zielgruppe an. *MATERIAL innovativ* informiert Geschäftsleiter und Führungskräfte in

Produktion, Einkauf, Vertrieb und Entwicklung über Markttrends und Produktinnovationen. Dabei findet insbesondere auch das methodische Umfeld – wie etwa die Materialcharakterisierung sowie die Werkstoff- und Bauteilprüfung – umfangreiche Berücksichtigung. Als typische Anwendungsbranchen werden die Bereiche Automotive, Luft- und Raumfahrt, Maschinenbau, Medizin- und Chemietechnik, Sport- und Freizeitindustrie sowie das Produktdesign definiert.

MATERIAL innovativ erscheint mit drei Ausgaben pro Jahr in einer Auflage von jeweils 10.000 Exemplaren. Die nächste Ausgabe wird zur Hannover Messe Industrie versendet werden.

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.

KGaA, Frau Angela Schimpf
Boschstr. 12, D-69469 Weinheim
Tel.: +49 (0) 6201 606-559
Fax: +49 (0) 6201 606-550
E-Mail: aschimpf@wiley-vch.de

Wirbel-Max

Die innovative Sandschleuder für
Ihre Sandaufbereitung

Neu!



- auf jedes Förderband aufsetzbar
- integrierter Frequenzumwandler
- Anschluß an SPS-Steuerung möglich

Degenbeck GmbH
Giessereitechnik



Lorenz-Reißl-Str. 9, D-84494 Neumarkt-St. Veit
Telefon: 0049-08639-5354 - Fax: 0049-8639-5407
e-mail: info@degenbeck-giessereitechnik.de
Internet: www.degenbeck-giessereitechnik.de

Im Kundenauftrag gesucht:

Hängebahnstrahlanlage, gebraucht
Kerschießmaschine 40 – 60 l (Röper, Lampe
oder gleichartig)



Härte, Anlass- und Schmelzanlagen

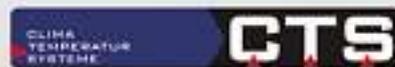
zugehörige Komponenten wie

**Frequenzumrichter,
Spulen/Induktoren
und Rückkühlanlagen**

**Weltweiter Service
und lückenlose
Ersatzteilversorgung**



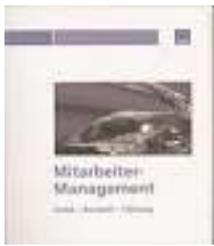
Unsere Vertretung in Österreich:



Waldgasse 16
A-8380 Jennersdorf
Tel: +43 3329 45 595
Fax: +43 3329 45 615
office@cts-umweltsimulation.at
www.cts-umweltsimulation.at

Mitarbeiter-Management

Effizient suchen – gekonnt auswählen – souverän führen



Ringbuch 15x21 cm, Loseblattausgabe mit E-Mail-Service, herausgegeben von Mag. Josef Wegemberger unter Mitarbeit von Mag. Petra Halbreiner und Mag. Herbert Preßnig im W E K A - V e r l a g

Ges.m.b.H., A-1140 Wien, Linzerstr. 430, 2003, ISBN 3-7018-4350-3. Preis: € 165,- (zzgl. USt + Versand).

Das Handbuch bietet durch einzigartige Kombination von Theorie und Praxis ein Werkzeug, um Mitarbeiterfragen schnell und professionell zu lösen. Dazu werden z.B. vorbereitete Muster für Stellenbeschreibungen, Checklisten zur Personalplanung und strukturierte Interviewleitfäden angeboten.

Ein Aktualisierungsservice bietet stets den neuesten Stand an und eröffnet aufschlussreiche Einblicke in die Personalarbeit anderer Unternehmen.

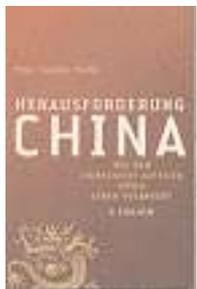
Das Handbuch ist in drei Register unterteilt: Personalsuche: Personalplanung / Stellenbeschreibung / Anforderungsprofil.

Personalauswahl: Analyse der Bewerbungsunterlagen / Bewerbungsgespräch / Assessment-Center / Tests.

Personalführung: Unternehmenskultur – Unternehmensgrundsätze / Klassische Führungsstile / Der „ideale“ Führungsstil.

Ein umfangreiches Stichwortverzeichnis rundet das Werk ab.

Herausforderung China – Wie der chinesische Aufstieg unser Leben verändert



Von Wolfgang Him, 14x21,5 cm, 255 Seiten, S. Fischer Verlag GmbH, Frankfurt a.M., 2005, ISBN: 3-10-030409-8, Preis: € 15,40.

Weltweit stammt jede zweite verkaufte Kamera, jede dritte Klimaanlage und jeder vierte Fernseher aus dem Reich der Mitte. Ob beim Einkaufen oder beim Tanken: Die Konsequenzen des wirtschaftlichen Aufstiegs Chinas werden enorm und direkt spürbar sein. Und das ist erst der Anfang: Die Volksrepublik ist auf dem Weg zu einer Weltmacht, erst wirtschaftlich, dann politisch und

militärisch. In Europa, USA und Japan werden De-Industrialisierung und damit die Massenarbeitslosigkeit sowie die Umweltverschmutzung weiter voranschreiten. Die Preise auf den Weltmärkten, ob für Öl oder andere Rohstoffe, werden explodieren. Ob Verbraucher, Arbeitnehmer oder Manager – wir werden alle die Auswirkungen des chinesischen Wirtschaftsbooms noch sehr viel stärker zu spüren bekommen, als es bisher schon der Fall ist.

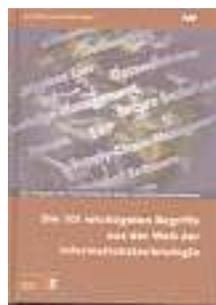
Aus dem Inhalt: Wiedergeburt einer Weltmacht / Von Entrepreneuren und Milliardären / China wird zur Produktionsstätte der Welt / Auf dem Weg zur Hightech-Nation / Globale chinesische Konzerne entstehen / Wachsende Umweltprobleme / China kauft die Rohstoffmärkte leer / Chinas Aufstieg verändert die Weltpolitik / Auf dem Weg zur Dominanz in Asien / Chinas Sportler und Touristen erobern die Welt / Wann wird China demokratisch?

Das Buch gibt eine eindrucksvolle Situationsanalyse aus der Sicht eines kritischen Wirtschaftsjournalisten, das zum Nachdenken und zum Handeln auffordert.

Der Autor, Wolfgang Him, geboren 1954, studierte Volkswirtschaftslehre und Politische Wissenschaften in Tübingen. Danach arbeitete er als Wirtschaftsredakteur für den »Kölner Stadtanzeiger« und die »Wirtschaftswoche«. Derzeit ist er Reporter beim »manager magazin«. Seit 1986 reist er regelmäßig nach China.

Die 101 wichtigsten Begriffe aus der Welt der Informationstechnologie

Ein Ratgeber für österreichische Klein- und Mittelunternehmen



Herausgegeben von SAP Österreich GmbH, Wien, 2004.

Der Kostendruck und die Anforderungen an die Unternehmen wachsen stetig – gleichzeitig müssen die Reaktionszeiten immer kürzer werden, will man im Wettbe-

werb an vorderster Front mitspielen. Ein geeignetes IT-System kann dabei helfen, Zeit und damit Geld zu sparen. Durch die elektronische Verfügbarkeit von Daten entfällt das Zusammensuchen von Zahlen und Informationen, die in unterschiedlichen Büroordnern abgelegt sind oder die Mitarbeiter nur im Kopf gespeichert mit sich herumtragen. Gleichzeitig können sämtliche Daten miteinander verknüpft werden – die Lagerbestände mit den Kundenbestellungen, mit den offenen Rechnungen und so weiter.

Softwaresysteme helfen aber auch, ganze Prozesse im Unternehmen – etwa die Beschaffung, die Logistik, das Finanzwesen oder den Vertrieb – effizienter zu gestalten und diese zu steuern.

IT (Informations-Technologie) ist heute keine Geheimwissenschaft mehr, und das Argument, dass die Anwendung zu kompliziert ist, hat längst keine Berechtigung mehr. Die IT-Branche war in den letzten Jahren extrem innovativ, besonders in Bezug auf Anwenderfreundlichkeit, Einführungstempo und Funktionalität. Und dennoch: Wer sich näher mit dem Thema befasst, gerät rasch in ein Dickicht von Fachbegriffen und Abkürzungen, die die Anwender verunsichern und abschrecken.

Und genau hier setzt das vorliegende Minilexikon von SAP an, um den tagtäglichen Umgang mit dem umfangreichen Thema „Informationstechnologie“ zu erleichtern. In einem Glossar, das 101 Begriffe von A wie ASP bis X wie XML umfasst, wird jede Menge praxisbezogene und umfassende Information zum Thema „Informationstechnologie“ vermittelt. Sollten noch Fragen offen bleiben, stehen die SAP-Vertriebspartner in ganz Österreich (siehe Verzeichnis am Ende des Buches) für weitere Informationen unter der Telefonnummer 300/008 007 und im Internet über www.mittelstand.at zur Verfügung.

Das kleine HT-Handbüchlein, das 112 Seiten umfasst, wird von der SAP Österreich GmbH – so lange der Vorrat reicht – kostenlos abgegeben.

Kontaktadresse:

SAP Österreich GmbH
A-1021 Wien, Lassallestr. 7b,
Tel.: +43 (0)1 288 22-0
Fax: +43 (0)1 288 22-222

Instationäre Erstarrung eutektischer Al-Si-Legierungen

Dissertationsschrift von S. Sous, RWTH Aachen, Fak. f. Bergbau, Hüttenwesen u. Geowissenschaften, Aachen / D, 2000, Buch mit 103 Seiten, Preis: € 5,35 zzgl. Versandkosten. Standort in der VDG-Bibliothek: VDG 04:42791.

Inhalt: Um den modernen Gießprozess kostengünstig und effizient zu gestalten, werden üblicher Weise Simulationsrechnungen durchgeführt. Zur Vorhersage des Gefüges in Gussstücken werden die numerischen Modelle für Temperatur- und Konzentrationsfelder mit Modellen zur Gefügemorphologie gekoppelt. Diese sogenannten Mikromodelle verknüpfen Gefügekenngößen mit Prozessparametern, basierend auf jahrzehntelangen Erfahrungen (und Theorien) der Erstarrung unter stationären Bedingungen, die z.B. in Bridgman-Anlagen gewonnen

wurden. Demgegenüber ist in realen Gießprozessen, wie z.B. beim Kokillen- oder Sandguss, die Erstarrung instationär. Die Erstarrungsgeschwindigkeit und der Temperaturgradient vor der Erstarrungsfront sind nicht mehr konstant. Das Ziel dieser Arbeit ist, das Gefüge eutektischer und naheutektischer Al-Si-Legierungen in Abhängigkeit vom Erstarrungsparameter „Beschleunigung“ zu charakterisieren und mit dem Gefüge von Proben, die unter stationären Bedingungen erstarrt werden, zu vergleichen. Im Gegensatz zu den üblichen Ofenanlagen, die keine Möglichkeit bieten, einen beschleunigten Erstarrungsprozess so zu kontrollieren, dass die übrigen Parameter (vor allem der Temperaturgradient an der Phasengrenzfläche) konstant bleiben und der gesamte Erstarrungsvorgang in-situ verfolgt werden kann, besitzt die für diese Arbeit verwendete Anlage ARTEMIS (AeRogel TEchnique for Microgravity Solidification) diese Vorzüge. Das experimentelle Ziel ist es gewesen, mit dieser auf dem VGF-Verfahren (vertical gradient freezing) aufbauenden Anlage den Erstarrungsvorgang kontrolliert durchzuführen, d.h. mit Hilfe von optischen Temperaturmessungen und optischen Beobachtungen der Erstarrungsfront sicher zu stellen, dass während des Experimentes der Temperaturgradient und die Geschwindigkeit konstant sind und dass während eines beschleunigten Erstarrungsexperimentes der Temperaturgradient eine Konstante ist. Aufbauend auf der Konstanz und der Gleichheit des Temperaturgradienten während aller Experimente wird das Gefüge von Proben, die stationär erstarrt wurden, mit dem Gefüge von Proben, die instationär erstarrt wurden, aber dieselbe Geschwindigkeit bzw. Momentangeschwindigkeit aufweisen, verglichen. Zusammen mit einer weitergehenden quantitativen Beschreibung und Auswertung des Gefüges werden neue Erkenntnisse zur

eutektischen und naheutektischen Erstarrung gewonnen, die mit den bisher üblichen Anlagen nicht möglich waren und sich deutlich von früheren Experimenten anderer Gruppen unterscheiden.

AeroSande – ein neuer Formstoff für Giessereianwendungen

Dissertationsschrift von S. Brück, RWTH Aachen, Fak. f. Bergbau, Hüttenwesen und Geowissenschaften, Aachen / D, 2003, Buch mit 149 Seiten, Preis: € 5,35 zzgl. Versandkosten. Standort in der VDG-Bibliothek: VDG 08:42788

Inhalt: In der vorliegenden Arbeit werden organische Aerogele als neues Bindemittel für die Form- und Kernherstellung in der Gießereitechnik vorgestellt. Beim Aluminiumguss treten speziell beim Entformen und Entkernen Probleme auf, wie sie beim Stahl- oder Eisenguss unbekannt sind. Aufgrund der deutlich niedrigeren Gießtemperaturen

werden auch im Form- und Kernsand nur niedrigere Temperaturen erreicht, so dass nur eine geringe Zerstörung der Binderbrücken zu beobachten ist. Nach dem Abguss behalten Form und Kern ihre Festigkeit bei und lassen sich speziell bei Hinterschneidungen und Hohlräumen nur durch einen verstärkten mechanischen Aufwand entfernen. Problematisch sind ebenfalls dünnwandige Bereiche des Gussteiles. Hier kann es leicht zu einer Schädigung kommen. Die im weiteren Verlauf dieser Arbeit als AeroSande (Aerogel & Sand) bezeichneten Formstoffe zeigen, dass sie das Potential besitzen, Probleme, wie die Entkernbarkeit zu lösen und Eigenschaften haben, die vergleichbar sind mit denen von konventionellen Form- und Kernwerkstoffen.

IM DIENSTE DER GIESSEREIEN

QUARZ- u. STRAHLSANDE
MODELLRAUMATERIAL
ISOLIERUNGEN
FILTERSAND

QUARZ
FEUERFEST

GIBA

GESELLSCHAFT M.B.H. IMPORT-EXPORT

FEUERFESTMATERIAL
MODELLBAU HARZE
CHEM. PRODUKTE
MONTAGEN

TELEFON: +43/2783/7777
E-Mail: giba.office@utanet.at

TELEFAX: +43/2783/7777-19
A-3131 Reichersdorf 141

Offizieller Vertreter der

HÜTTENES-ALBERTUS
BRUNNEN-ANLAGEN

HH für Österreich und Slowenien



Heraeus

Drahtlose Messdatenübertragung der Badtemperatur und Thermischen Analyse

- **Zentrale Erfassung und Aufbereitung im MeltControl Daten management System.**
- **Mobiler Messgeräteinsatz im Einzel und Vielmessstellenbetrieb.**
- **Keine aufwändigen und lästigen Messdatenverkabelungen.**

HERAEUS ELECTRO-NITE
Ges. m. b. H
Gewerbestrasse 13
A-5201 Seekirchen
Tel. +43 6212 7730-0
Fax. +43 6212 7730-9
e-mail: info@electro-nite.at
www.electro-nite.be

HERAEUS ELECTRO-NITE
GmbH & Co. KG
Im Stift 6-8
D-58119 Hagen
Tel. +49 2334 955-6
Fax. +49 2334 955-800
e-mail: info@electro-nite.de
www.electro-nite.de



Statistik der Welt-Gussproduktion – 2003

38. Erhebung der Welt-Gussproduktion – 2003 in Tonnen

Land	Grauguss	Sphäroguss	Temperguss	Stahl	Cu-Basis	Aluminium	Magnesium	Zink	andere NE	gesamt
Country	Gray Iron	Ductile Iron	Malleable Iron	Steel	Copper-Base	Aluminum	Mag.	Zinc	Other Nonferrous	TOTAL
Austria	48,427	113,660 ^A	-	13,76	3,440	104,398	4,749	10,78	-	299,223
Belgium	80,859	15,455	36,075	10,233	537	26,316	-	996	241	170,712
Brazil	1,949,186 ^{A,D}	-	-	123,783	15,839	149,990	4,557	6,058	-	2,249,413
Canada**	684,000 ^{A,D}	-	-	152,000	-	76,000 ^E	-	-	-	912,000
China	10,800,000	3,630,000	400,000	1,770,000	156,966	1,249,000 ^C	-	140,000	-	18,145,966
Croatia	26,578	12,770	50	1,177	745	10,609	-	698	824 ^F	53,451
Czech Republic	271,206	45,088	7,674	78,236	1,503	67,545 ^C	-	2,148	716	474,116
Denmark	49,913 ^{A,M}	37,358	-	-	1,616 ^L	-	-	-	-	88,887
Finland	52,116	39,080 ^G	-	16,867	3,898	5,287 ^C	-	474	8	117,730
France	923,900	1,095,100 ^A	-	107,769	28,313	329,078	367	-	-	2,484,527
Germany	2,295,608	1,342,280	38,994	181,393	91,291	677,061	25,987	65,862	4,107	4,722,583
Great Britain	537,000	366,500 ^A	-	91,000	15,000	185,000 ^C	-	25,000	2,000	1,221,500
Hungary	49,000	30,000	97,000	5,000	5,000	67,000	-	-	-	253,000
India	2,840,000	363,000	39,000	465,000	-	331,000 ^E	-	-	-	4,038,000
Iran	310,000	108,000 ^{J,H}	1,600	32,000	27,000	34,000	-	7,000	-	519,600
Italy	907,000	458,000	9,000	67,000	107,000	805,000	16,000	72,000	-	2,441,000
Japan	2,455,700	1,930,529	81,173	235,352	100,625	1,262,893	97	35,379	9,657	6,111,405
Korea	943,600	539,200 ^J	48,400	146,700	22,200	78,000	-	-	5,700 ^{B,C}	1,783,800
Mexico	790,000 ^A	200,000	-	7,980	175,000	550,000	-	100,000	-	1,822,980
Netherlands ^I	61,000	60,000	5,000	-	-	-	-	-	-	126,000
Norway	17,000	36,500	-	3,200	2,640	21,923	-	-	-	81,263
Poland	423,000	93,200	15,700	46,500	6,300	134,500	-	8,100	2,100	729,400
Portugal	39,250	52,970	-	10,563	6,000	19,450	300	1,200	115	129,848
Romania*	400,000 ^{A,D,M}	-	-	-	-	29,600 ^E	-	-	-	365,491
Russia*	5,700,000 ^{A,D,M}	-	-	-	-	600,000 ^E	-	-	-	6,200,000
Slovenia	68,000	21,000	5,000	22,000	3,000	25,000	3,000	3,000	-	150,000
Spain	497,700	420,000 ^A	-	77,300	6,303	131,918	-	13,289	3,168	1,149,678
South Africa	214,500	58,000	1,800	135,000	14,500	39,000	-	2,600	-	465,400
Sweden	157,800	59,000 ^A	-	19,100	10,900	37,100	1,400	4,400	-	289,700
Switzerland	27,169	46,125	-	1,381	2,437	15,917 ^C	-	1,569	-	94,598
Taiwan	782,463	257,262	1,000	68,930	46,422	250,502	5,313	54,310	1,901	1,468,103
Thailand	82,680	107,640	31,980	3,450	-	3,200	-	-	6,900 ^E	235,850
Turkey	592,000	187,000	6,000	112,000	2,840	51,360	-	3,800	-	955,000
United States	4,329,063	3,828,300	105,233	949,817	276,690	1,952,251	73,482	344,728	209,999 ^K	12,069,563
Ukraine*	626,610	40,000	10,000	266,060	11,000	20,500	-	-	-	974,170
TOTALS	40,032,328	15,593,017	940,679	5,220,560	1,141,565	9,340,398	135,252	903,391	247,436	73,558,066

** 2001 tonnage

* 2002 tonnage

A) includes malleable iron
 B) includes zinc
 C) includes magnesium
 D) includes ductile iron
 E) includes all nonferrous

F) lead castings
 G) includes white iron
 H) includes high alloy cast iron (mostly high Cr ball mills)
 I) ferrous reported only

J) includes pipe
 K) includes investment castings
 L) only copper reported for nonferrous
 M) includes steel

Bleiben Sie am Ball mit einem Abonnement der Gießerei-Rundschau

Die 10 größten gussproduzierenden Länder der Welt sind demnach:



1. China – Durch ein 11,6%iges Wachstum gegenüber 2002 hat China seine Führungsposition weiter ausgebaut und erzielte sein 6. Wachstumsjahr in Folge. In den letzten 6 Jahren konnte eine Produktionssteigerung von 70 % erzielt werden.



2. USA – Die Produktion erfuhr nach drei Rückgangsjahren 2003 eine 2,2%ige Steigerung auf 12,07 Mio t und liegt damit noch immer um rd. 6 % unter dem Niveau von vor 5 Jahren.



3. Japan – Zum 2. Mal in den letzten 6 Jahren verzeichnete Japan 2003 wieder einen Produktionsanstieg. Dieser betrug 6,3% auf 6,1 Mio t. Damit liegt Japans Produktion 2003 immer noch um 14% unter der von 1997.



4. Deutschland – Die Produktion stieg 2003 auf 4,72 Mio t und liegt damit um 14% über dem Wert von 1997.



5. Indien – Indien verzeichnete eine Steigerung um fast 800.000 t auf 4,04 Mio t.



6. Frankreich – Nach einem Wachstum von 19% auf 3,02 Mio t im Jahr 2002, ging die Produktion 2003 auf 2,48 Mio t zurück.



7. Italien – Die Produktion stieg im Jahre 2003 nur unwesentlich um rd. 400 t und liegt damit 7% über dem Niveau von 1997.



8. Brasilien – Brasiliens Gussproduktion nahm 2003 um 14% zu und erreichte 2,25 Mio t und konnte damit Mexiko überholen.



9. Mexiko – Die Gussproduktion verringerte sich zum ersten Mal innerhalb von 6 Jahren um 11 % auf 1,82 Mio t.



10. Korea – Das 5. Wachstumsjahr in Folge brachte Korea einen Produktionsanstieg um 70.000 t

auf 1,78 Mio t und damit eine über 13%ige Steigerung in den letzten 5 Jahren.

Die von 32 Ländern gemeldeten Produktionszahlen lassen erkennen, dass das Jahr 2003 für die weltweite Gießerei-Industrie ein positives Jahr gewesen ist. Die von den Census-Teilnehmern bekanntgegebene Gesamtproduktion ist gegenüber dem Vorjahr um 4,5 % gewachsen. Dieses Wachstum bezieht sich auf 8 Länder der „Top 10“ und weitere 10 aus den übrigen Ländern. Insgesamt konnten rd. 70 % aller Länder ihre Produktion steigern. Für Kanada, Rumänien, Russland und die Ukraine sind mangels Bekanntgabe aktueller Werte ältere Daten in der Statistik enthalten.

Nach: **MODERN CASTING** (A Publication of the American Foundry Society), Dez. 2004, S. 25/27: 38th Census of World Casting Production – 2003.

Die amerikanische Originalliteratur liegt am Österreichischen Gießerei-Institut in Leoben auf und kann von Interessenten eingesehen oder in Kopie bezogen werden. Außerdem sind die Daten aus dem Internet abrufbar: www.afsinc.org/estore.

Kontaktadresse:

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

Anzahl der produzierenden Gießereien Ländervergleich 2003

37. Erhebung der Welt-Gussproduktion

Land	Eisen	Stahl	Nichteisen	Gesamt
Number of Operating Foundries By Nation 2003				
COUNTRY	IRON	STEEL	NONFERROUS	TOTAL
Austria	24 ^{B, F}	-	37 ^F	53
Belgium	21	9	9	39
Brazil	-	-	-	1000 ^A
Canada**	73	38	84	195
China	-	-	-	12,000 ^A
Croatia	19	2	20	41
Czech Republic	106	32	56	194
Denmark	10 ^B	-	8	18
Finland	16	6	21	43
France	121	41	367	529 ^A
Germany	214	53	384	651
Great Britain	294 ^B	-	230	524
Hungary	44	28	138	210
India	-	-	-	4500 ^A
Italy	232	27	880	1139
Japan	457	80	1176	1713
Korea	451	135	183	769
Mexico	741	27	1019	1787
Netherlands	20	- ^C	- ^C	20
Norway	8	3	12	23
Poland	173 ^D	36 ^D	245 ^E	454
Portugal	50	11	54	115
Romania**	176	35	132	343
Russia***	-	-	-	1900 ^A
Slovenia	16	4	33	53
South Africa	100	49	120	269
Spain*	153	36	117	306
Sweden	48	13	84	145
Switzerland	19	3	38	60
Taiwan	506	48	340	894
Thailand	53	10	10	73
Turkey	904	69	84	1057
Ukraine*	400	233	327	960
U.S.	681	288	1651	2620

*2002 data ** 2001 data *** 2000 data

A) all foundries

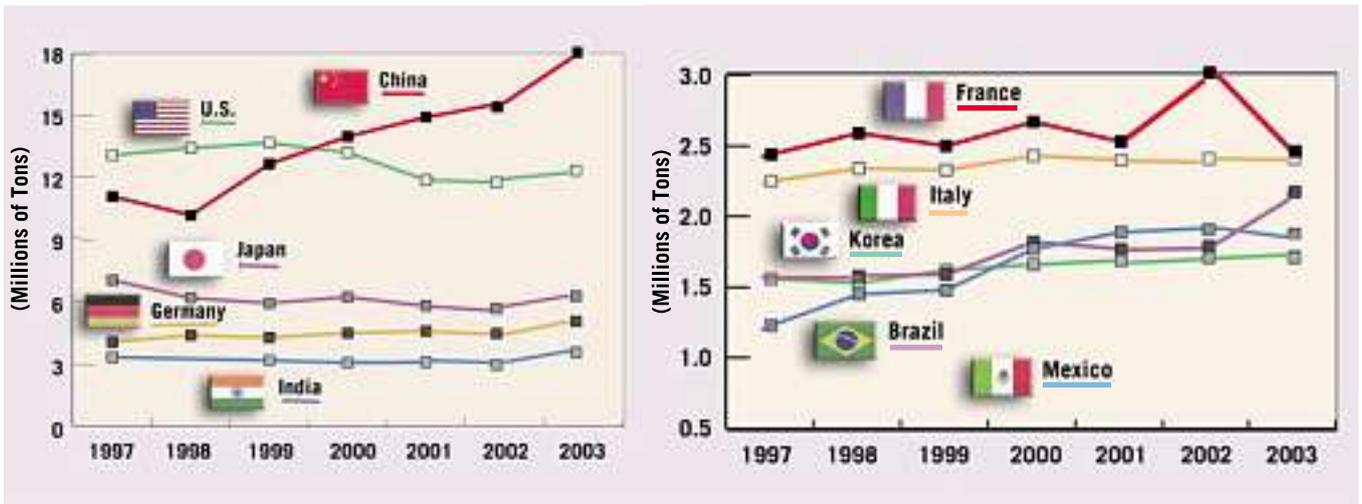
B) includes steel foundries

C) not available

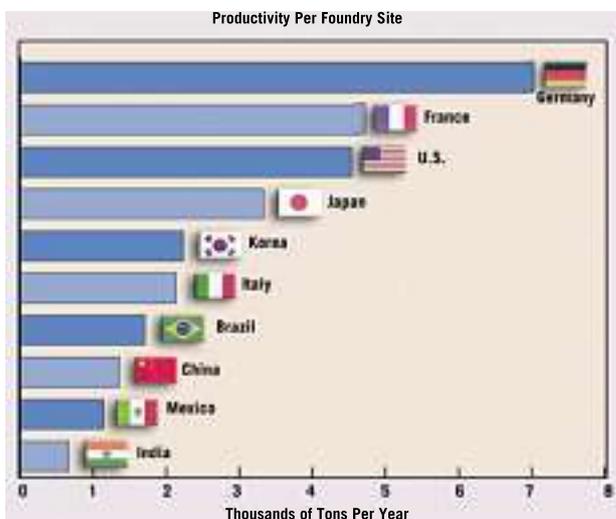
D) includes about 24 foundries making both iron and steel

E) includes about 40 foundries making castings in both ferrous and nonferrous.

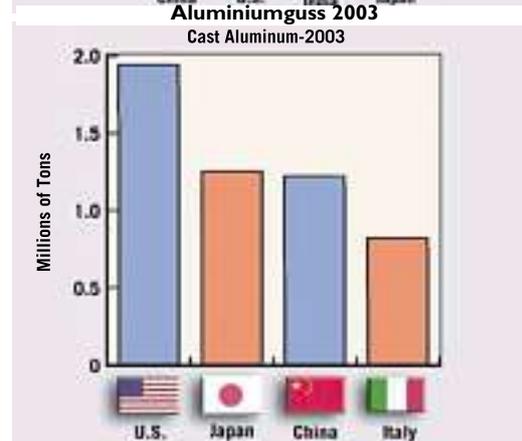
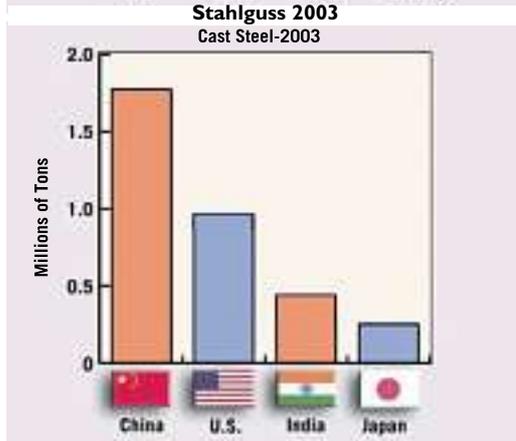
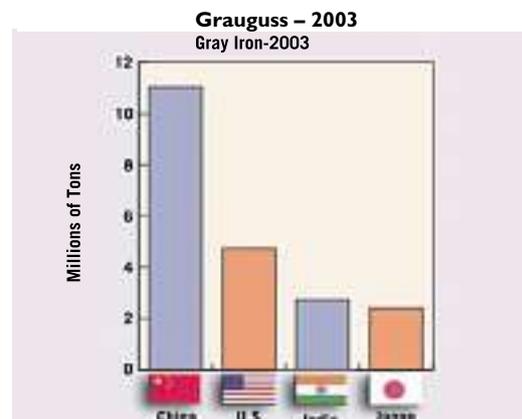
F) includes foundries making both, iron and nonferrous



6-Jahres-Gussproduktionsverlauf der 10 meist produzierenden Länder



Gießerei-Produktivitätsvergleich der 10 meist produzierenden Länder



Illustrated are the four leading nations in the production of each of the four main cast metals.

**Redaktionsschluss
für das Heft 5/6
der
Giesserei Rundschau
zum Thema
„Eisenguss, Form-
und Kernherstellung“
ist der
13. Mai 2005!**

Gießmaschinen
Schaumstoffmaschinen
Engineering



Wolfgang Hornak
Handelsvertreter

Hornak Management Consulting
Brucknergasse 10 • A - 4616 Weiskirchen/Tz.
Tel. +43/7243/56397 • Fax - 56397
e-mail: Consulting.HMC@aon.at

Kurtz GmbH
Friedstraße 2 • D - 97892 Kreuzwertham
Tel. +49/9342/807 • 0 • Fax - 319
http://www.kurtz.de • e-mail: gm@kurtz.de

A Kurtz Group



Hornak Management Consulting

Wolfgang Hornak

Hornak Management Consulting - A-4616 Weiskirchen/Tz. - Brucknergasse 10
Telefon/Fax +43 7243 56397 - e-mail: Consulting.HMC@aon.at

- ▲ KVP/Kaizen
- ▲ Loglink
- ▲ Betriebsorganisation
- ▲ Rerengineering
- ▲ Qualitätsmanagement

Hindenlang
GIESSEREITECHNIK

Wolfgang Hornak
Handelsvertreter

Hindenlang GmbH - Neurott 1 - D-74831 Lobbach/Waldwimmerbach
Telefon +49 (0)62 26 / 95 16-0 - Telefax +49 (0)62 26 / 95 16 99
e-mail: kontakt@hindenlang.de

Hornak Management Consulting
Brucknergasse 10 • A-4616 Weiskirchen/Tz. / Österreich
Telefon +43 (72 43) 56397 • Telefax +43 (72 43) 5 6396
e-mail: Consulting.HMC@aon.at

**In dieser Ausgabe finden Sie je eine Beilage der Fa. Inductotherm
sowie der Firma Bühler !**

**Aluminium
Schwerkraftguss**

Gießen
Kühlen
Entkernen
Bearbeiten
Prüfen

Fill
TECHNIK DER ZUKUNFT

Fill GesmbH
A-4942 Gurten
Tel. 07757/7010-0
www.fill.co.at

if
design award
winner
2004

„VON DER SCHMELZE ZUM WERKSTOFF“

„VOM WERKSTOFF ZUM BAUTEIL“

Gießtechnologie

Kombination von
Gießverfahren und
bedarfsgerechten
Gusswerkstoffen

Betriebsfestigkeit

Brücke zwischen
Werkstoffwissen-
schaft und
Produktentwicklung

Zusammenarbeit in der
Produktentwicklung
zur Lösung anspruchsvoller Aufgaben

Simulation von

- Formfüllung und Erstarrung
- Spannung und Verzug



Bestimmung von Werkstoffkennwerten –
Werkstoff- und Bauteilprüfung



Berechnung von

- Spannungen
- Schädigungen
- Lebensdauer



ÖGI

DI Gerhard Schindelbacher, Parkstraße 21, A-8700 Leoben
Tel.: +43 3842 431010; Fax: +43 3842 431011
e-mail: office.ogi@unileoben.ac.at; www.ogi.at

Ansprechpartner

IMB

Univ. Prof. Dr. W. Eichlseder, Franz-Josef-Straße 18, A-8700 Leoben
Tel.: +43 3842 402261; Fax: +43 3842 402269
e-mail: ammuli@unileoben.ac.at; www.unileoben.ac.at

vertrauen sie auf langjährige erfahrung und forschung



Geprüfte Qualität!



emergency

SILMETA
SYSTEMS

collecting pits



Kompetenz in Guss

Buderus
TIROLER RÖHREN

Buderus
GUSS KOMPONENTEN



Tiroler Röhren- und Metallwerke AG

Innsbruckerstraße 51
A-6060 Hall in Tirol
Tel.: +43-5223-503-0
Fax: +43-5223-43 6 19
E-Mail: office@trm.at
www.trm.at

Guss Komponenten GmbH

Innsbruckerstraße 51
A-6060 Hall in Tirol
Tel.: +43-5223-503-0
Fax: +43-5223-43 6 18
E-Mail: office@gk-tirol.at
www.guss.buderus.de