Österreichische Post AG
Info.Mail Entgelt bezahlt

Verein Österreichischer Gießereifachleute
VÖG

Fachzeitschrift der Österreichischen Giesserei-Vereinigungen

Verlag Lorenz, 1010 Wien
Ebendorferstraße 10

Jhg. 51
heft 9/10
2004

Giesserei Rundschau



www.bohler-edelstahl.com
BÖHLER

FUNKTIONELLE
SPEISER-SYSTEME
ZU IHREM VORTEIL

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



GTP SCHÄFER
GIESSTECHNISCHE PRODUKTE GMBH
Benzstraße 15
D - 41515 Grevenbroich
Telefon 0 21 81 / 23 39 40
Telefax 0 21 81 / 6 44 54
www.gtp-schaefer.de

GTP

SIT www.scheibreithner.com
Scheibreithner Industrietechnik

Spezialöfen zur Wärmebehandlung von Metallen bis 1.800° C



Öfen in robuster Ausführung mit mehrlagiger Dämmung und SiC im Nutzraum - für höchste Widerstandsfähigkeit bei geringsten Wärmeverlusten.



Ofenrenovierung und Ersatzheizungen

ELSKLO

Wir renovieren Öfen und liefern Ersatzheizungen zu günstigen Preisen. Unsere jahrelange Erfahrung verlängert die Lebensdauer Ihrer Öfen.

Scheibreithner Industrietechnik KEG - Generalvertretungen
A-8382 Mogersdorf, Deutsch Minihof 54
Tel. 03325-20282, Fax 03325-20285

Besuchen Sie uns im Internet

www.verlag-lorenz.at

Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe Nr. 11/12 zum Thema **„Metallurgie der Gusswerkstoffe"** ist der 19. November 2004.

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

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

Redaktionelle Mitarbeit und Anzeigenleitung:
Irene Esch +43 (0)1 405 66 95-17
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 Österreichischen Gießerei-Institutes und des Institutes für Gießereikunde an der Montanuniversität, beide Leoben.

INHALT

Böhler Warmarbeitsstähle,

Druckgießen und Strangpressen, der ultimative Test für Werkzeugstähle.
Die speziellen Eigenschaften von Böhler Warmarbeitsstählen sind gezielt auf den Einsatz bei hohen Temperaturen abgestimmt. Die Reinheit der Stähle entscheidet dabei über die lange Lebensdauer der Werkzeuge. Typische Anwendungsgebiete sind: Druckgießen, Strangpressen, Gesenkschmieden, Rohrproduktion und Glasproduktion.
Die Böhler Spezialitäten für die Warmformgebung sind: Böhler VMR Güten.



RUND UM DEN FORMENBAU 162
– Moderne Werkstoffe für Gießformen
– Stand der Technik bei Rapid Prototyping von Gussteilen
– Prototypen aus Metallguss in hoher Qualität

KOKILLENGUSS HAT ZUKUNFT 181 ***– ein bewährtes Gießverfahren innovativ nutzen***

GIESSEREI-WELT-KONGRESS 2004 183 Bericht zur Türkischen Gießerie-Industrie

INTERNATIONALE ORGANISATIONEN 187 Mitteilungen der World Foundrymen Organization
66. Gießerei-Weltkongress 6./9. Sept. 2004 Istanbul – Ein Rückblick

AKTUELLES 191 50 Jahre IfG Institut für Gießereitechnik, Düsseldorf
Aus dem ÖGI
Aus dem Fachverband
Firmennachrichten
Interessante Neuigkeiten

TAGUNGEN, SEMINARE, MESSEN 196 Veranstaltungskalender

VÖG-VEREINS-NACHRICHTEN 198 Mitgliederbewegung

LITERATUR 200 Bücher und Medien

Werkstoffe für Gießformen

Modern Materials for Die Casting Dies



Dipl.-Ing. Dr. Ingo Siller, Produktentwicklung Warmarbeitsstahl, Böhler Edelstahl GmbH, Kapfenberg, Österreich



Univ-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Reinhold Ebner, Geschäftsführer des Material Center Leoben (MCL) und wissenschaftlicher Leiter des Laserzentrums Leoben der Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH., Leoben, Österreich



Dipl.-Ing. Dr. Stefan Marsoner, Leitung des Geschäftsfeldes Werkzeugtechnik und Fertigung, Material Center Leoben (MCL), Leoben, Österreich

Abstract

Der Einsatz von weiterentwickelten bzw. neuen Formenwerkstoffen stellt ein beträchtliches Optimierungspotential hinsichtlich Gussteilqualität, Aufwand für die Gussteilnacharbeit, Forminstandhaltung und Formlebensdauer beim Druckgießen dar. Durch geeignete Auswahl von Qualität und Wärmebehandlung der Formenwerkstoffe lässt sich das Auftreten von Schäden zwar nicht völlig vermeiden, aber doch oft zu längeren Zeiten verschieben.

Die wichtigsten Schadensursachen in metallischen Gießformen sind der Formenbruch und die Ausbildung von Temperaturwechselrissen.

Formenbrüche können in ungünstigen Fällen bereits frühzeitig auftreten. Sie können vor allem durch Einsatz von Werkstoffen mit hoher Zähigkeit vermieden werden. In den letzten Jahren wurden die klassischen Warmarbeitsstähle durch Anwendung verbesserter Herstelltechnologien (Elektroschlackeumschmelzen, Vakuumumschmelzen) zu Qualitäten mit deutlich verbesserter Zähigkeit weiterentwickelt.

Zur Verbesserung der Temperaturwechselrissbeständigkeit ist ein komplexes Eigenschaftsprofil erforderlich, das neben den mechanischen Kennwerten vor allem auch die thermophysikalischen Eigenschaften und die thermische Stabilität umfasst.

Neuere Entwicklungen auf diesem Gebiet sind Warmarbeitsstahlqualitäten mit verbesserter Wärmeleitfähigkeit.

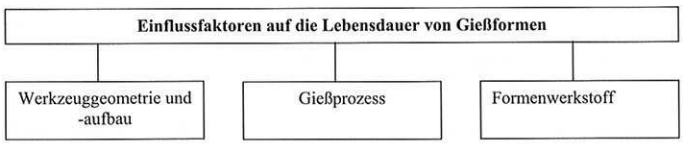
Einleitung

Verschärfte Gießbedingungen, wie z.B. erhöhte Gießgeschwindigkeiten und Presskräfte oder der Einsatz neuer Gusswerkstoffe, führen in Verbindung mit der komplexer werdenden Geometrie zu einer Veränderung des Belastungsprofils der Formen und damit der Formenwerkstoffe. Trotz der sich verändernden Einsatzbedingungen werden noch immer überwiegend die seit längerem etablierten Formenwerkstoffe eingesetzt.

In der vorliegenden Arbeit werden der aktuelle Stand bei den Formenwerkstoffen und die Entwicklungstrends zusammengefasst, um den Anwender zu einer verstärkten Nutzung der weiterentwickelten bzw. neuen Formenwerkstoffe anzuregen.

Formenwerkstoffe werden generell einer außerordentlich komplexen Beanspruchung ausgesetzt, die zur Schädigung der Form führt. Mit den gegenwärtig verfügbaren Formwerkstoffen sind Formschäden insbesondere beim Aluminiumdruckguss unvermeidlich. Wohl aber stellen die beanspruchungsgerechte Auswahl des Formwerkstoffes und seiner Wärmebehandlung ein beträchtliches Optimierungspotential dar.

Die Lebensdauer von Gießformen wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst, die im Wesentlichen zu folgenden Gruppen zusammengefasst werden können:



Die vorliegende Arbeit befasst sich insbesondere mit dem Einfluss des Formenwerkstoffes auf die Lebensdauer, wobei auch Geometrieaspekte und der Einfluss des Gießprozesses in die Betrachtungen miteinbezogen werden.

Werkstoffe für Gießformen

Standardwerkstoffe für die Formeinsätze, die mit der Schmelze in Kontakt kommen, sind nach wie vor vergütete Warmarbeitsstähle. Alternative Werkstoffe werden teilweise in speziell belasteten Bereichen eingesetzt, wie z.B. oberflächenbehandelte bzw. beschichtete Warmarbeitsstähle oder Molybdänlegierungen in besonders heißen Zonen.

Insgesamt sind es nur einige wenige Warmarbeitsstahlqualitäten, die für Gießformen verwendet werden. Wichtige Formenwerkstoffe und deren Merkmale im relativen Vergleich sind in **Tab. I** zusammengefasst.

Der mit Abstand wichtigste Vertreter der Warmarbeitsstähle für Druckgussformen ist der Warmarbeitsstahl DIN 1.2343 (Böhler W300). Dieser Werkstoff zeichnet sich vor allem durch ein Eigenschaftsprofil aus, das für viele Anwendungen einen guten Kompromiss darstellt. Dadurch ist dieser Werkstoff universell und ohne größeres Risiko einsetzbar, ohne dabei jedoch Spitzenergebnisse erwarten zu lassen.

Der zweite häufig verwendete Formenstahl ist der Warmarbeitsstahl DIN 1.2367 (Böhler W303). Dieser Stahltyp weist einen gegenüber dem DIN 1.2343-Stahl erhöhten Legierungselementgehalt auf und zeichnet sich vor allem durch eine bessere Warmhärte und thermische Beständigkeit aus. Er eignet sich daher vor allem für thermisch höher belastete Formen.

Nur mehr ein geringer Teil der heute eingesetzten Warmarbeitsstähle wird konventionell erschmolzen und direkt auf Fertigmaß umgeformt. Die übliche Herstellroute umfasst heute einen zusätzlichen Umschmelzprozess (Elektroschlackeumschmelzen oder Vakuumumschmelzen) vor der Umformung **[1-3]**.

Am häufigsten werden heute elektroschlackeumgeschmolzene Formwerkstoffe eingesetzt, insbesondere die Werkstoffe W300 ISOBLOC und W303 ISOBLOC, die in ihrer Zusammensetzung den Werkstoffen DIN 1.2343 und DIN 1.2367 entsprechen. Durch das Elektroschlackeumschmelzen zeichnen sich diese Qualitäten jedoch gegenüber den klassischen Qualitäten vor allem durch ein homogeneres Gefüge und einen verbesserten Reinheitsgrad aus. Damit lässt sich vor allem die Zähigkeit erhöhen.

Neben der Anwendung verbesserter Herstelltechnologien wurden in den letzten Jahren auch durch legierungstechnische Maßnahmen gezielte Variationen des Eigenschaftsprofils erreicht und in neuen Stahlqualitäten umgesetzt. Einen Entwicklungsschritt in diese Richtung stellen die Werkstoffe W400 VMR und W403 VMR dar. Dabei handelt es sich um vakuumumgeschmolzene Werkstoffe, bei denen durch

die neue Herstelltechnologie eine weitere Homogenisierung und niedrigste Verunreinigungsgehalte realisierbar sind, verbunden mit einem weiter verbesserten Zähigkeitspotential. Außerdem wurde die Legierungslage zur Einstellung verbesserter thermophysikalischer Materialkennwerte geringfügig abgeändert.

Böhler Marke	DIN Werkst. Nr.	Härte	Warmhärte	Thermische Stabilität	Zähigkeit	Wärmeleitfähigkeit
W300	1.2343	+	+	+	+	+
W303	1.2367	++	++	++	+	+
W300 ISOBLOC	1.2343	+	+	+	++	+
W303 ISOBLOC	1.2367	++	++	++	++	+
W400 VMR	~1.2343	+	+	+	+++	++
W403 VMR	~1.2367	++	++	++	+++	++

Tab. 1: Wichtige Warmarbeitsstahlqualitäten und deren Eigenschaftsprofile im relativen Vergleich.
ISOBLOC: Elektroschlackeumgeschmolzener Werkstoff,
VMR: Vakuumumgeschmolzener Werkstoff.
Relative Wertung: +...gut, ++... sehr gut, +++...ausgezeichnet

Abb. 1 zeigt die Verfahrensrouten zur Herstellung homogenerer und reinerer Warmarbeitsstähle bei der Böhler Edelstahl GmbH. Generell werden die Warmarbeitsstähle über einen 50-Tonnen-Elektrolichtbogenofen (ELBO) mit anschließender sekundärmetallurgischer Behandlung erschmolzen und in Blöcken oder Elektroden abgegossen. Während konventionelle Güten anschließend auf Fertigmaß umgeformt werden, erfolgt bei den so genannten ISOBLOC- und VMR-Güten noch vor der Verformung ein Umschmelzprozess.

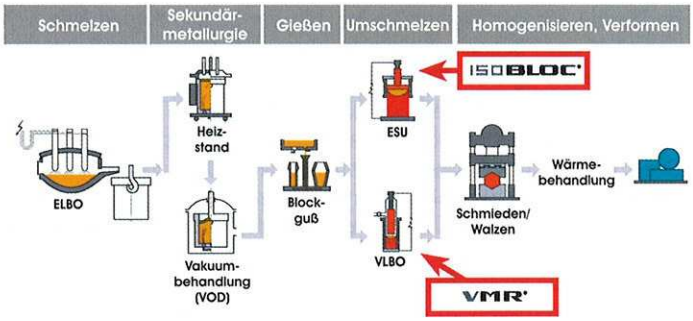


Abb. 1: Herstellrouten für Warmarbeitsstähle bei Böhler Edelstahl GmbH, Kapfenberg, Österreich.

Der Umschmelzvorgang findet bei der ISOBLOC-Güte unter Schlacke statt (ESU), wodurch Block- und Kristallseigerungen stark verringert werden und der Gehalt an Schwefel und unerwünschten nichtmetallischen Einschüssen signifikant gesenkt werden kann. Das Umschmelzen im Vakuum-Lichtbogenofen (VLBO) ermöglicht zusätzlich eine Verringerung an schädlichen Spurenelementen, wie beispielsweise Pb, As oder Cu, und minimale Gehalte an O, N und H. Diese Erhöhung des Reinheitsgrades kann mit Hilfe des K0-Wertes nach DIN 50602, der die Anzahl an nichtmetallischen Einschlüssen im Stahl angibt, verdeutlicht werden. Eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Herstellrouten hinsichtlich des K0-Wertes ist in **Abb. 2**. dargestellt.

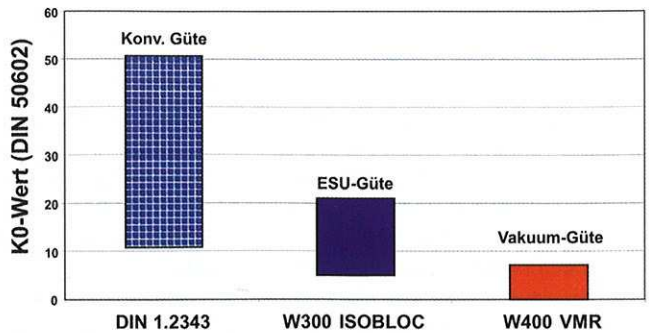


Abb. 2: K0-Werte für den Warmarbeitsstahl DIN 1.2343 für unterschiedliche Herstellrouten.

Der Einfluss des Umschmelzens auf die Seigerungsneigung ist den **Abbn. 3 bis 5** zu entnehmen. Insgesamt sinkt sowohl die Seigerungsintensität als auch die Ausdehnung der geseigerten Zonen. Dies ist vor allem auf die raschere Erstarrung zurückzuführen. Durch die verbesserte Mikrostruktur wird nicht nur das Zähigkeitsniveau generell, sondern auch die Isotropie wesentlich verbessert.

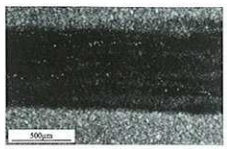


Abb. 3: Mikrogefüge eines konv. hergestellten Warmarbeitsstahls DIN 1.2343

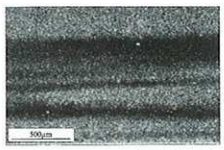


Abb. 4: Mikrogefüge des Böhler W300 ISOBLOC (DIN 1.2343, ESU)

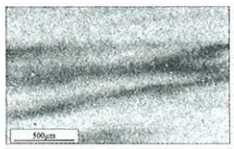


Abb. 5: Mikrogefüge des W400 VMR (~DIN 1.2343, Vakuumumgeschmolzen)

Die homogenere Mikrostruktur der umgeschmolzenen Warmarbeitsstähle wirkt sich vor allem auf die mechanischen Eigenschaften positiv aus, aber auch die thermophysikalischen Eigenschaften können verbessert werden. Wie in **Abb. 6** dargestellt, weist der vakuumumgeschmolzene Warmarbeitsstahl W400 VMR eine im relevanten Temperaturbereich um mehr als 50 % höhere Kerbschlagzähigkeit als der W300 ISOBLOC auf. Die Zähigkeit ist vor allem im Hinblick auf den Formenbruch von Bedeutung.

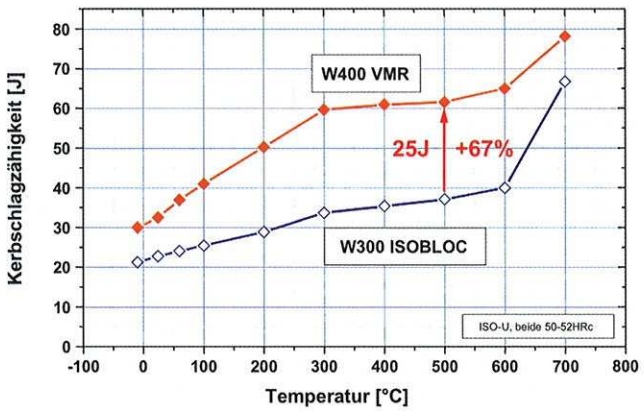


Abb. 6: Kerbschlagzähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur für die Werkstoffe W400 VMR und W300 ISOBLOC.

Weiterentwickelte oder alternative Formenwerkstoffe stellen ein beträchtliches Potential hinsichtlich verbesserter Formenlebensdauer und Gussteilqualität sowie hinsichtlich der Einsparung von Nacharbeitskosten dar. Sie werden allerdings nicht im möglichen Umfang eingesetzt. Die Gründe dafür sind vielschichtig. Wesentlich dafür mitverantwortlich ist der für den Anwender nicht eindeutig ersichtliche Zusammenhang zwischen dem Formenwerkstoff und der Lebensdauer des Formeinsatzes sowie des erhöhten Risikos von katastrophalen Formbrüchen. Im Folgenden wird vor allem versucht, qualitative Zusammenhänge zwischen der Formenstahlqualität und den Formenstahleigenschaften einerseits und der Formenlebensdauer andererseits herzustellen.

Beanspruchung und Schädigung der Formenwerkstoffe

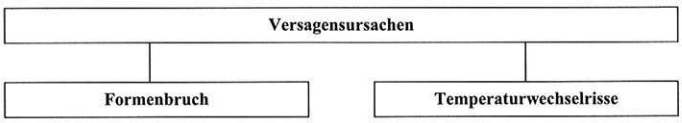
Formenwerkstoffe werden im Einsatz einer außerordentlich komplexen Beanspruchung ausgesetzt, die wiederum ein sehr komplexes Eigenschaftsprofil verlangt.

Wichtige lebensdauerbestimmende Kennwerte des Formwerkstoffes sind u.a. die Fließspannung und die Festigkeit, die Duktilität, die Zähigkeit, die thermische Beständigkeit, die thermophysikalischen Eigenschaften sowie die chemische Beständigkeit gegenüber Aluminiumlegierungen. Dabei sind insbesondere die Eigenschaften im Temperaturbereich von Raumtemperatur bis ca. 600 °C von Bedeutung.

Bei der folgenden Betrachtung ist generell zu berücksichtigen, dass die Lebensdauer von Formen neben dem Formenwerkstoff und seinem Zustand auch noch von einer Reihe weiterer Faktoren beeinflusst wird. Diese sind u.a. die verwendete Gusslegierung, die Geometrie der einzelnen Werkzeugteile, der Aufbau des gesamten Werkzeuges, die gewählten Gießparameter, die Formtemperierung/Formkühlung aber auch Art und Häufigkeit irregulärer Betriebsbedingungen (z.B. Produktionsstart, Produktionsunterbrechungen).

Der Literatur sind nur vereinzelte Versuche zur Herleitung von Beziehungen zwischen Formwerkstoffkennwerten und der Lebensdauer von Formen zu entnehmen **[z.B. 4]**. Dies macht es besonders schwierig, die Rolle einzelner Formwerkstoffkennwerte in Bezug auf ihre Wirkung auf die Lebensdauer quantitativ zu beurteilen. Es ist daher nicht verwunderlich, dass Anwender ihrer langjährigen Erfahrung vertrauend oft auf bewährte Konzepte bauen. Diese haben für den Anwender den Vorteil vorhersehbarer Standzeitergebnisse und eines geringen ökonomischen Risikos. Die Erzielung technologischer Fortschritte wird dadurch allerdings gebremst.

In Bezug auf die Formlebensdauer ist zwischen zwei sehr unterschiedlichen Versagensursachen bzw. Schadensmechanismen zu unterscheiden:



Versagensursache: Formbrüche

Formbrüche bzw. größere Risse, die manchmal bereits nach kurzer Betriebszeit auftreten können, sind zwar selten aber außerordentlich kritisch, da sie im ungünstigsten Fall einen totalen Produktionsstillstand verursachen können.

Ursachen für Formenbrüche:

Die Ursache derartiger Formbrüche liegt in lokalen Belastungsspitzen in der Form, die sich aus der Konstruktion und den prozesstechnisch bedingten Belastungen ergeben. Für die Belastung sind einerseits der hohe Gießdruck, der beim Druckguss nahezu schlagartig aufgebracht wird, sowie andererseits die ungleichmäßige Temperaturverteilung in der Form verantwortlich. Kritische Belastungsspitzen ergeben sich vor allem in Zusammenhang mit ungünstigen geometrischen Verhältnissen. Während die Kavität vom Gussteil vorgegeben und meist nicht veränderbar ist, ist bei den Kühl- und Befestigungselementen ein gewisser Freiheitsgrad gegeben. In Bezug auf frühzeitige Formenbrüche stellen irreguläre Gießbedingungen einen weiteren wichtigen Einflussfaktor dar, da dabei die höchsten Belastungsspitzen auftreten können. Über den Ablauf von frühzeitigen Formbrüchen ist überraschend wenig bekannt, insbesondere über die einzelnen Phasen wie Rissinitiation, stabile Rissausbreitung und instabiler Restbruch.

Maßnahmen zur Vermeidung von Formenbrüchen:

Zur Zeit lassen sich die Belastungen von Formeinsätzen nicht sicher ermitteln, sodass eine gezielte Vermeidung etwa durch konstruktive bzw. prozesstechnische Maßnahmen derzeit noch nicht möglich ist. Die zurzeit wichtigste Maßnahme zur Vermeidung von Formbrüchen ist die Vergütung von Formwerkstoffen auf niedrige Härtewerte. Die positive Wirkung einer Härteabsenkung ergibt sich primär aus der damit verbundenen Zähigkeitssteigerung. Fertigungs- oder betriebsbedingte Anrisse werden dadurch erst in einem späteren Stadium oder überhaupt nicht überkritisch.

Geforderte Formwerkstoffeigenschaften zur Vermeidung von Formenbrüchen:

Solange es keine Berechnungsmethoden zur Ermittlung von Belastungsspitzen und somit keine sicheren Maßnahmen zu deren Vermeidung gibt, ist eine ausreichende Zähigkeit die einzige Möglichkeit zur Vermeidung katastrophaler Formbrüche. Daraus leitet sich eine der Hauptentwicklungsrichtungen für Formenwerkstoffe in den letzten Jahren ab. Diese betrifft vor allem die Erhöhung des Zähigkeitsniveaus unter Beibehaltung der Festigkeit bzw. eine Beibehaltung der Zähigkeit bei Erhöhung der Festigkeit.

Die wichtigsten Lösungsansätze in diese Richtung beruhen, wie bereits eingangs erläutert, vor allem auf metallurgischen Maßnahmen, die ein homogeneres Gefüge mit einem geringeren Verunreinigungsgehalt ermöglichen. Zur Anwendungen kommen das Elektroschlackeumschmelzen (ESU) bzw. das Vakuumumschmelzen (VMR).

Generell gilt, dass die Sicherheit gegenüber frühzeitigem Versagen mit steigender Zähigkeit zunimmt. Grenzwerte lassen sich ohne genaue Kenntnis der Belastungssituation nicht festlegen. Überdies werden in der Praxis unterschiedliche Zähigkeitskennwerte angegeben, deren Bedeutung dem Anwender oft nicht ausreichend klar ist. Die wichtigsten Zähigkeitskennwerte sind die *Schlagzähigkeit*, die an ungekerbten Proben ermittelt wird, die *Kerbschlagzähigkeit*, die an gekerbten Proben ermittelt wird, und die *Bruchzähigkeit*, die an anrissbehafteten Proben ermittelt wird. Prinzipiell sollten alle drei Zähigkeitskennwerte möglichst hoch sein. Doch ist die Aussagekraft der Kennwerte aufgrund der verschiedenen Probengeometrien unterschiedlich:

Die *Schlagzähigkeit* ist ein Kennwert, welcher die Empfindlichkeit des Werkstoffes gegen Rissbildung und Bruch in ungekerbten Proben beschreibt. Bei diesem Versuch werden die Proben deutlich verformt, ehe es zum Bruch und damit zu einer Lokalisierung der Energieabsorption kommt. Aus diesem Grunde ist der Schlagzähigkeitskennwert insbesondere auch eine Maßzahl für die Energieabsorption in der Probe vor der Rissentstehung. Mit der *Schlagzähigkeit* lässt sich demnach das Materialverhalten an glatten Flächen oder bei großen Radien bei schlagender Belastung beurteilen.

Bei der *Kerbschlagzähigkeit* läuft das Bruchgeschehen durch die Kerbe bedingt wesentlich lokalisierter ab. Darüber hinaus führt die hohe Dreiachsigkeit des Spannungszustandes zur Dehnungsbehinderung und ermöglicht daher hohe Spannungsspitzen, die spröden Bruch begünstigen. Insgesamt beinhaltet die Kerbschlagenergie aber immer noch den Energieaufwand zur Rissbildung und jenen zur Rissausbreitung durch die Probe. Mit der *Kerbschlagzähigkeit* lässt sich demnach das Materialverhalten im Bereich von kleinen Radien beurteilen, z.B. in der Formkontur oder im Bereich von Kühl- oder Befestigungsbohrungen.

Die *Bruchzähigkeit* wird als kritische Spannungsintensität definiert, bei deren Überschreitung es zur instabilen Rissausbreitung kommt. Die Spannungsintensität kann direkt in den Energieaufwand zur Erzeugung von Rissfläche umgerechnet werden. Die Bruchzähigkeit ist somit ein Kennwert, der das Rissstoppvermögen beschreibt. Mit der *Bruchzähigkeit* lässt sich die Gefährlichkeit von Anrissen beurteilen, die fertigungsbedingt entstanden sind oder die sich während des Einsatzes bilden.

Für den Anwender ist zu beachten, dass die Zähigkeitskennwerte von einer Reihe von Einflussfaktoren abhängen, insbesondere:

- vom Stahltyp inklusive der Erschmelzungstechnologie
- von der Wärmebehandlung (Härtetemperatur, Kühlraten, Anlassbedingungen)
- von der Größe der Form
- von der Position und Orientierung der Proben in der Form

Der Anwender entscheidet mit der Wahl der Warmarbeitsstahlqualität und deren Erschmelzungstechnologie über das maximal erreichbare Zähigkeitspotential. In weiterer Folge entscheidet die gewählte Wärmebehandlung in Verbindung mit der Formgröße über die lokal vorliegende Zähigkeit. Ein Beispiel für die Vorgangsweise zur Spezifizierung der Wärmebehandlung findet sich in **[5]**.

Im Allgemeinen variiert die Einsatzhärte zwischen ca. 43 HRC bei großen, komplex geformten Formeinsätzen und ca. 48 HRC bei kleineren, einfacher geformten Formeinsätzen bis zu ca. 50 HRC bei Kernen. Die niedrigere Härte wird vor allem eingestellt, um frühzeiti-

ge Formenbrüche durch erhöhte Zähigkeit zu vermeiden. Dieser Vorteil einer hohen Bruchsicherheit wird allerdings mit einer verstärkten Temperaturwechselrissempfindlichkeit erkauft, die oft einen erhöhten Reparatur- oder Nacharbeitsaufwand bedingt.

Im Folgenden sollen insbesondere die Einflüsse auf die Temperaturwechselrissempfindlichkeit näher diskutiert werden.

Versagensursache: Temperaturwechselrisse

Temperaturwechselrisse entstehen an Formoberflächen, die mit der heißen Schmelze bzw. dem erstarrten Gussteil in Kontakt kommen. Während des Kontaktes wird die Formoberfläche rasch erwärmt und nach dem Öffnen und Ausstoßen des Gussteiles wiederum rasch abgekühlt. Diese Abkühlung erfolgt sowohl durch die interne Formkühlung als auch durch das Einsprühen von Trennmittel.

In der Form treten hohe Temperaturen und Temperaturgradienten auf, beide sind an der Formoberfläche am höchsten. Diese Temperaturgradienten bedingen, verursacht durch die Wärmedehnung des Formenwerkstoffes, Dehnungsunterschiede in der Form, die zum Aufbau von Spannungen führen.

In **Abb. 7** sind die wichtigsten Mechanismen dargestellt, die zu thermisch induzierten Belastungen führen. Wird eine Probe erwärmt und dabei in ihrer Ausdehnung behindert, so führt dies zum Aufbau einer Druckspannung in der Probe, Fall a) in **Abb. 7**. Sind Temperaturgradienten in der Probe vorhanden, so wird der sich stärker ausdehnende heißere Teil durch den sich weniger stark ausdehnenden kälteren Teil unter Druck gesetzt, im kälteren Teil entstehen dabei Zugspannungen, Fall b) in **Abb. 7**. Der dritte Mechanismus zur Erzeugung von Spannungen tritt in Verbundwerkstoffen auf. Hier kommt es durch die unterschiedliche Wärmedehnung der beiden Werkstoffe zu Spannungen im Verbund, Fall c) in **Abb. 7**. Typische Beispiele dafür sind etwa beschichtete Werkzeugoberflächen.

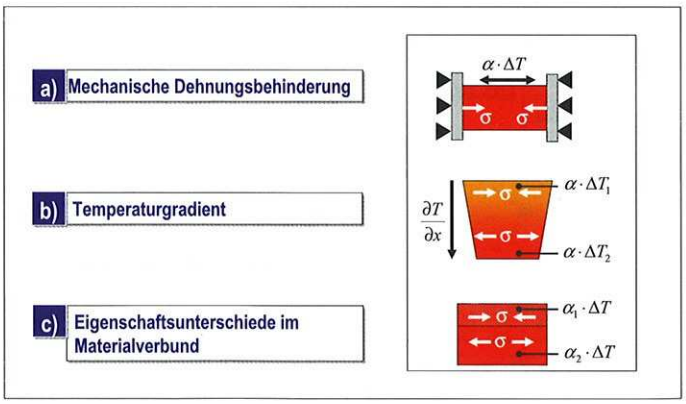


Abb. 7: Ursachen für die Entstehung thermisch induzierter Spannungen.

Ursachen für die Entstehung von Temperaturwechselrissen:

Für die Entstehung der Temperaturwechselrisse sind vor allem Spannungen bzw. Dehnungen verantwortlich, die sich aus dem in den Formen vorliegenden Temperaturgradienten ergeben. Die zyklische Temperaturbeaufschlagung der Formoberfläche führt zu einer zyklischen mechanischen Belastung der Oberfläche und in weiterer Folge zur Entstehung der Temperaturwechselrisse. Im Folgenden sollen die wichtigsten Einflussfaktoren diskutiert werden, die für die Entstehung dieser Temperaturwechselrisse relevant sind.

Die Dehnung aufgrund einer Temperaturänderung setzt sich aus mehreren Teilen zusammen (siehe Gleichung 1) **[6]**. Der erste Teil auf der rechten Seite der Gleichung beschreibt die thermische Ausdehnung als Folge der Wärmedehnung und der Temperaturdifferenz, der zweite Teil repräsentiert die durch die Wärmespannungen auftretenden elastischen Dehnungen. Beim Überschreiten der Fließgrenze tritt zusätzliche plastische Verformung auf, die den dritten Teil in Gleichung 1 darstellt.

$$\varepsilon_{ik} = \alpha \cdot \Delta T \cdot \delta_{ik} + \frac{1}{2G} \cdot \left[\sigma_{ik} - \frac{\nu}{1+\nu} \cdot (\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz}) \cdot \delta_{ik} \right] + \varepsilon_{ik,pl} \qquad \text{Gl.1}$$

$\delta_{ik} = 0$ ...wenn $i \neq k$

$\delta_{ik} = 1$ ...wenn $i = k$

(i,k = x,y,z)

ε_{ik} .... Gesamtdehnung

$\varepsilon_{ik,pl}$ Plastische Dehnung

σ ..... Spannung

G..... Schermodul

δ_{ik} .... Faktor

α ..... Thermischer Ausdehnungskoeffizient

ν ..... Querdehnungszahl

ΔT .... Temperaturdifferenz

Unter der Annahme, dass die betrachtete Oberfläche die Koordinatenebene x/y aufspannt und dass der Wärmestrom senkrecht zur Oberfläche (in z-Richtung) erfolgt, so ergibt sich unter Berücksichtigung des Zusammenhanges zwischen Scher- und Elastizitätsmodul und bei Annahme völliger Dehnungsbehinderung in der Ebene die maximal mögliche Spannung in der Ebene zu (Gl.2):

$$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \frac{\alpha \cdot E \cdot \Delta T}{(1-\nu)} \qquad \text{Gl.2}$$

Völlige Dehnungsbehinderung bedeutet, dass sich ein erwärmtes Oberflächenelement in der Ebene nicht ausdehnen kann. Dementsprechend gilt: $\varepsilon_{xx} = \varepsilon_{yy} = 0$.

Für Werkzeugstahl ergibt sich eine Druckspannung von ca. $\sigma_{xx} = \sigma_{yy}$ $\approx 3{,}3$ MPa pro Grad Temperaturanstieg in der Oberfläche. Da sich nicht nur die Oberfläche, sondern durch die Wärmeleitung bedingt auch das darunter liegende Material ausdehnt, ist die real auftretende Spannung niedriger und liegt bei ca. 2 MPa pro Grad Temperaturanstieg.

In Formoberflächen treten Temperaturen auf, die zwischen ca. 250 bis 350 °C höher sind als die Temperatur im Forminneren. Die dadurch bedingten Spannungen in Höhe von über 500 MPa führen zu einer plastischen Verformung der Oberfläche, die durch die Temperaturwechsel bedingt zyklisch wiederkehrt.

Diese zyklische plastische Verformung ist für die Schädigung des Formenwerkstoffes und die Bildung der Temperaturwechselrisse hauptverantwortlich. Temperaturwechselrisse entstehen nach einer Initiationsphase, die mit zunehmender thermischer Belastung kürzer wird. Im Anschluss daran vereinigen sich die Risse und wachsen zu einem Netzwerk zusammen.

Abb. 8 zeigt die Entwicklung eines Temperaturwechselriss – Netzwerkes in der Oberfläche eines zyklisch erwärmten Warmarbeitsstahls. Während frühzeitig gebildete Anrisse mit zunehmender Zyklenzahl immer längere Oberflächenrisse bilden, kommt es im Verlauf der weiteren Belastung immer wieder zur Bildung neuer Risse.

Die in **Abb. 8** dargestellten Temperaturwechselrisse wurden mit Hilfe einer auf gepulster Laserstrahlung basierenden Temperaturwechselprüfanlage erzeugt. Das Prinzip dieser Prüfeinrichtung zeigt **Abb. 9**. Um Einflüsse durch Oxidation ausschließen zu können, werden die Versuche im Vakuum durchgeführt. Dadurch lassen sich die Rissentstehung und das Wachstum dieser Risse infolge der thermisch induzierten mechanischen Belastung ausgezeichnet verfolgen. Mit Hilfe dieser Temperaturwechselprüfanlage können die verschiedenen Einflussfaktoren auf die Temperaturwechsel-Rissbildung und das Risswachstum systematisch untersucht werden. Die Belastungsbedingungen lassen sich flexibel an jene im praktischen Einsatz anpassen. Die Rissbildung in **Abb. 8** erfolgt bevorzugt an nichtmetallischen Einschlüssen sowie Korngrenzen in Übereinstimmung mit Beobachtungen von Delagnes et al **[7]**.

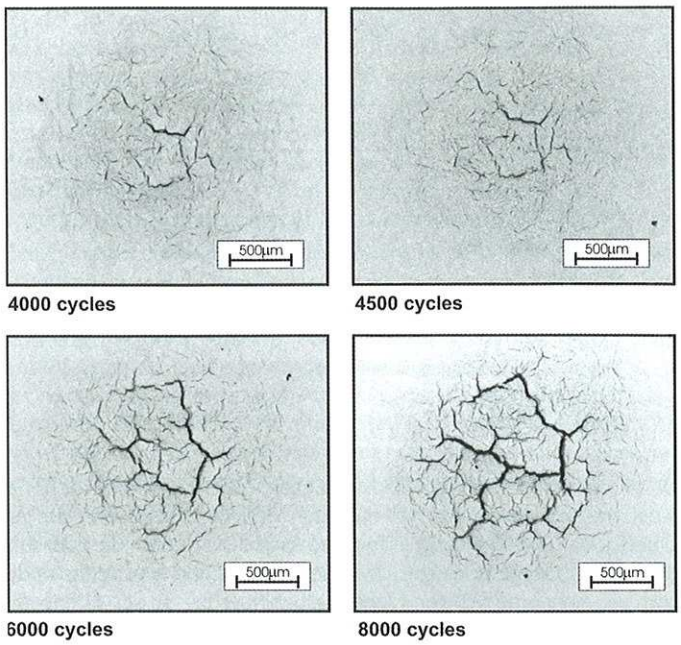


Abb. 8: Entstehung und Wachstum von Temperaturwechselrissen in einer zyklisch mittels Laserpulsen bestrahlen Probe.

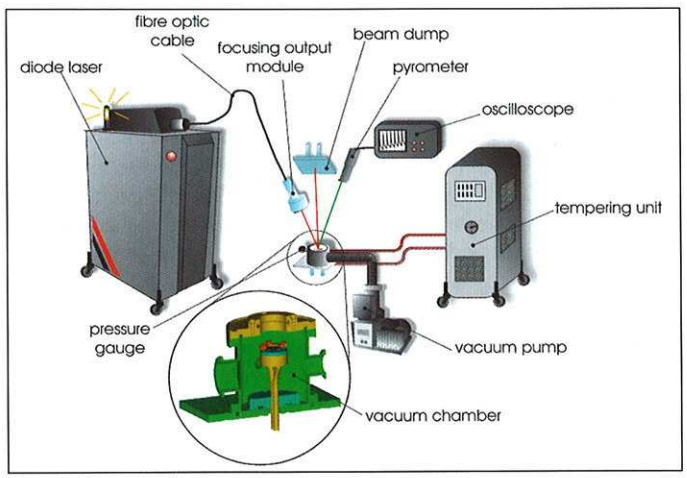


Abb.9: Temperaturwechselprüfanlage des Materials Center Leoben auf Basis gepulster Laserstrahlung.

Ein Beispiel für derartige Untersuchungen zeigt **Abb.10**. Die Rissbildung tritt bei konstantem Bestrahlungsquerschnitt nach einer von der absorbierten Energie abhängigen Zyklenzahl auf. Die Experimente ergeben für den Einsatz relevante Details, wie etwa die hohe Nichtlinearität der Vorgänge in einer zyklisch thermisch belasteten Oberfläche. So erfolgt beispielsweise die Rissinitiation bei einer Erhöhung der Bestrahlungsenergie von ca. 20% etwa um einen Faktor 40 früher!

Mit der entwickelten Prüftechnik steht dem Materials Center Leoben heute ein außerordentlich leistungsfähiges Prüfverfahren zur Verfügung, das nicht nur eine systematische Prüfung des Einflusses der Materialeigenschaften zulässt, sondern auch das Studium der Auswirkungen irregulärer Prozessbedingungen. So führt etwa das Gießen in eine kalte Form zu deutlich höheren Belastungen mit unter Umständen stark negativen Auswirkungen auf die Rissinitiation.

Werkstoffseitige Maßnahmen zur Verzögerung der Temperaturwechselrissbildung:

Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass die werkstoffseitigen Einflussfaktoren auf das Temperaturwechselverhalten in folgende Gruppen zusammengefasst werden können:

- Thermophysikalische Eigenschaften
- Thermomechanische Eigenschaften
- Thermische Stabilität

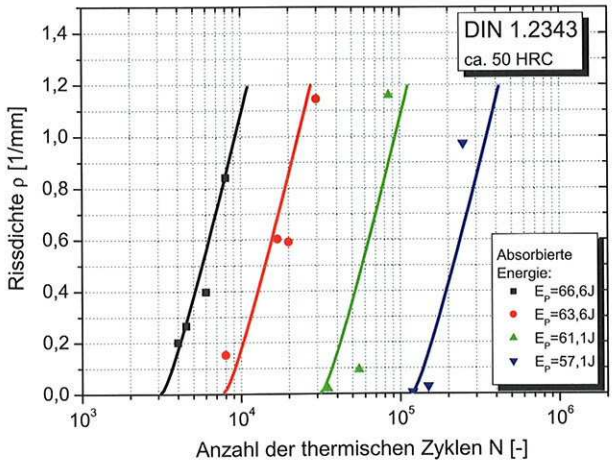


Abb.10: Einfluss der absorbierten Energie auf Rissbildung und Risswachstum

Von den *thermophysikalischen Eigenschaften* sind insbesondere die Wärmeausdehnung und die Wärmeleitfähigkeit von Bedeutung **[6, 8]**. Während die Wärmeausdehnung nur wenig von der Legierungslage abhängt, treten bei der Wärmeleitfähigkeit der heute verwendeten Formenwerkstoffe größere Unterschiede von bis zu 30% auf. Ein Beispiel dafür zeigt **Abb. 11** anhand des Vergleiches der Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffe DIN 1.2343 (Böhler W300) und des Werkstoffes Böhler W400 VMR. Prinzipiell reduziert eine hohe Wärmeleitfähigkeit nicht nur die Oberflächentemperatur, sondern durch Reduktion der Temperaturdifferenz auch die thermisch induzierte mechanische Belastung (siehe Gl.1 und 2), sodass eine hohe Wärmeleitfähigkeit allgemein als günstig anzusehen ist.

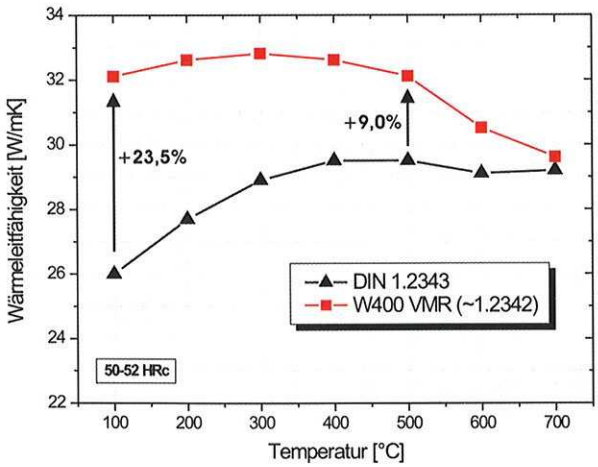


Abb. 11: Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur (abhängig von der Legierungslage und der Herstelltechnologie),

Während die thermophysikalischen Eigenschaften des Formenwerkstoffes wesentliche Kenngrößen für die thermisch induzierte mechanische Belastung darstellen, geben die mechanischen Kennwerte an, wie der Formenwerkstoff auf diese Belastung reagiert. So führt etwa eine niedrige Fließspannung des Formenwerkstoffes zu einer stärkeren plastischen Verformung, was im Allgemeinen mit einer verstärkten Schädigung einhergeht. Die mechanischen Werkstoffkennwerte sind im relevanten Temperaturbereich stark von der Temperatur und der Belastungsgeschwindigkeit abhängig. **Abb.12** zeigt ein Beispiel für die Temperaturabhängigkeit der Fließkurven eines Warmarbeitsstahles. Deutlich ist die Abnahme der Fließspannung mit zunehmender Temperatur zu erkennen.

Die Fließspannung sollte generell möglichst hoch sein, um plastisches Fließen zu vermeiden oder zumindest so gering wie möglich zu halten. Aus diesem Grund sollten für thermisch höher belastete Formen Warmarbeitstahlqualitäten mit erhöhter Warmfestigkeit und thermischer Stabilität gewählt werden. Weiters wirkt sich auch eine höhere

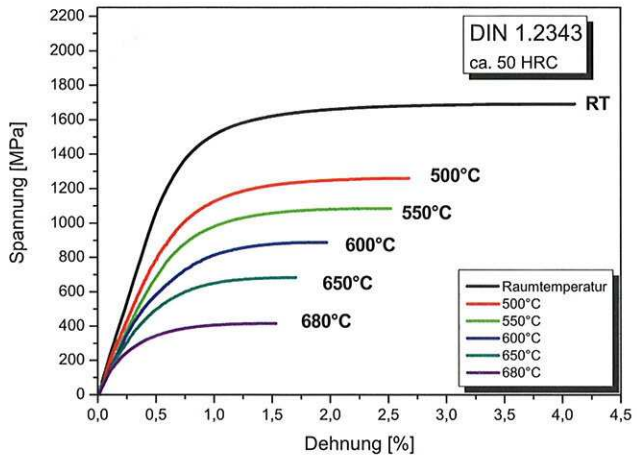


Abb. 12: Temperaturabhängigkeit des Fließverhaltens des Warmarbeitsstahles DIN 1.2343 mit einer Vergütungshärte von ca. 50 HRC **[9]**.

Wärmeleitfähigkeit günstig aus, indem sie die Oberflächentemperatur absenkt.

Werkzeugstähle verändern ihren Aufbau und damit ihre Eigenschaften bei Temperaturen über etwa 550 °C. In der Regel laufen über dieser kritischen Temperatur Vergröberungsprozesse ab, die mit der Zeit zu einer Erweichung führen **[8]**.

Abb. 13 zeigt die zeitlich abhängige Erweichung am Beispiel des auf 50HRC vergüteten Warmarbeitsstahles DIN 1.2343 bei 550 und 650 °C. Während es bei 550 °C im betrachteten Zeitintervall noch zu keiner wesentlichen Erweichung kommt, tritt bei 650 °C bereits nach wenigen Minuten eine deutliche Erweichung auf.

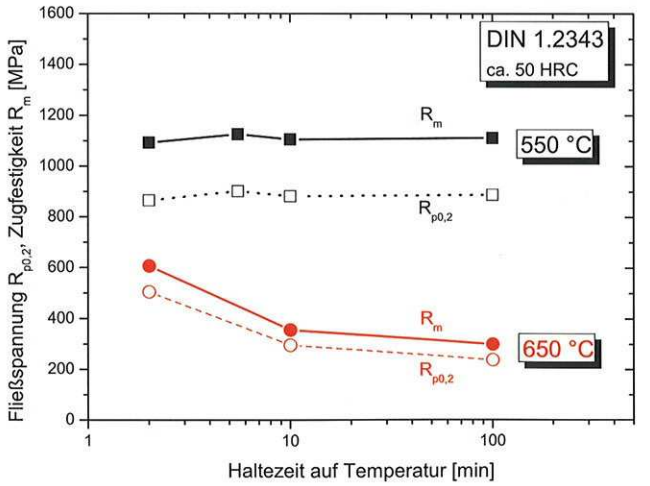


Abb. 13: Erweichung des Warmarbeitsstahles DIN 1.2343 mit einer Ausgangshärte von 50 HRC bei Temperaturen von 550 und 650 °C **[9].**

Geforderte Formwerkstoffeigenschaften zur Verzögerung der Temperaturwechselrissbildung:

In der folgenden **Tabelle 2** sind die wichtigsten Formenwerkstoffe hinsichtlich ihrer Eignung für bestimmte Anwendungsfälle (Form- bzw. Prozessmerkmale) zusammengefasst. Die Vorschläge in der folgenden Tabelle sind lediglich als Hinweise zu verstehen, um dem Anwender die Auswahl von Formenwerkstoffen und deren Wärmebehandlung zu erleichtern.

Die verschiedenen Formwerkstoffeigenschaften spielen folgende Rolle:

Werkstofffestigkeit:

Im Allgemeinen steigt der Widerstand gegenüber Temperaturwechselrissbildung mit zunehmender Werkstofffestigkeit bzw. Härte an. Bei Überschreiten kritischer Festigkeitswerte sind allerdings wiederum Verschlechterungen möglich.

Thermische Stabilität:

Eine hohe thermische Stabilität ist insbesondere bei Formen von Vorteil, in denen besonders hohe Temperaturen auftreten.

Wärmeleitfähigkeit:

Eine hohe Wärmeleitfähigkeit ist generell bei Prozessen mit kurzen Zykluszeiten von Vorteil.

Werkstoffzähigkeit:

Eine hohe Zähigkeit ist generell wünschenswert, besonders wichtig aber bei großen und geometrisch komplexen Formen zwecks Vermeidung von Formbrüchen. Hohe Zähigkeit ist auch in Bezug auf das Temperaturwechselrissverhalten von Vorteil.

Einsatz von Böhler Qualitäten*)	Formmerkmale							
	Größe der Form		Komplexität der Form		Gießbedingungen		Thermische Beanspruchung	
	klein	groß	gering	groß	moderat	verschärft	gering	hoch
W300								
W303								
W300 ISOBLOC								
W303 ISOBLOC								
W400 VMR								
W403 VMR								

Tab. 2: Warmarbeitsstahlqualitäten der Böhler Edelstahl GmbH und ihre bevorzugten Einsatzgebiete

*) In der Praxis können durch Zusammenspiel verschiedener Formenmerkmale Abweichungen auftreten. Insbesondere sei auch darauf hingewiesen, dass in jedem Fall auf eine ausreichende Zähigkeit zu achten ist. Demnach sollten Formen mit zunehmender Größe, steigender Komplexität der Geometrie und verschärften Gießbedingungen generell auf geringere Härtewerte vergütet werden.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, den Einfluss von Aufbau und Eigenschaften von Formenwerkstoffen, insbesondere Warmarbeitsstählen, auf die Lebensdauer der Gussform darzustellen. Da die Einflussfaktoren in äußerst komplexer Weise zusammenspielen, konzentriert sich die Betrachtung auf grundsätzliche Zusammenhänge. Insgesamt wird das Ziel verfolgt, Trends abzuleiten, die Entscheidungshilfen für die Auswahl von Formenwerkstoffen bzw. geeigneter Wärmebehandlungen geben sollen.

So wird etwa die Rolle der Zähigkeit zur Vermeidung von Frühausfällen hervorgehoben. Formen werden daher bei komplexer werdender Formgeometrie auf geringere Härten vergütet.

In Bezug auf die Temperaturwechselrissproblematik wird auf das komplexe Zusammenspiel von thermisch induzierter mechanischer Belastung und den Werkstoffkennwerten bei erhöhter Temperatur eingegangen. Dabei wird die positive Rolle einer erhöhten Wärmeleitfähigkeit hervorgehoben, die durch Absenken der Kontakttemperatur die mechanische Belastung reduziert, die Fließspannung weniger stark absinken lässt und die Erweichung zu längeren Zeiten verschiebt.

Die Schädigung von zyklisch thermisch beaufschlagten Oberflächen hängt stark von den auftretenden plastischen Dehnungsamplituden ab. Höhere Fließspannungen wirken sich daher im Allgemeinen günstig aus, da diese die Höhe der plastischen Dehnungsamplituden reduzieren. Allerdings nimmt damit die Zähigkeit ab, sodass die Gefahr von Formbrüchen steigt. Ebenso kann eine frühzeitige Initiierung von Temperaturwechselrissen stattfinden.

Im Fall thermisch stark beanspruchter Formen sollten thermisch beständigere Werkstoffe eingesetzt werden, die eine geringere Erweichungsrate aufweisen.

Die Böhler Edelstahl GmbH hat die in den letzten Jahren gewonnenen Erkenntnisse auf dem Gebiet des Temperaturwechselrissverhaltens sowohl in die Verbesserung der genormten Formenwerkstoffe einfließen lassen als auch neue Qualitäten mit speziellen Eigenschaftsprofilen realisiert.

Danksagung

Die Autoren danken der Technologie Impulse GmbH, dem Land Steiermark, der SFG – Steirische Forschungs- und Entwicklungsförderungsges. m.b.H. sowie der Stadtgemeinde Leoben für die Förderung von Teilen dieser Arbeit im Rahmen des Kplus Programmes.

Literatur

[1] H. Schweiger, H. Lenger, H.-P. Fauland, K. Fisher: A new Generation of toughest Hot-work Tool Steels for highest Requirements, Proc. 5th International Conference on Tooling, 29.9-1.10.1999, Leoben, Österreich, S.285–294

[2] R. Schneider, P.Würzinger, G. Lichtenegger, H. Schweiger: Metallurgie an den technischen Grenzen höchster Reinheitsgrad und niedrigste Spurenelemente: Berg- u. Hüttenmännische Monatshefte BHM 145 (2000), S.199-203

[3] K. Fisher, H. Schweiger, G. Lichtenegger.: Vergleich der Eigenschaften unterschiedlicher Warmarbeitsstähle im hochvergüteten Zustand – neue vakuumumgeschmolzene Produktgüten, BHM (2001), S.86–90

[4] S. Malm, L. Norström: Material-related Model for the Thermal Fatigue applied to Tool Steels in Hot-work Applications, Metal Science (2), 1979, S.544–550

[5] NADCA Specification # 207-97 Recommended Procedures H-13- Tool Steel, North American Die Casting Association (1997).

[6] I. Siller: Temperaturwechselprüfung von Warmarbeitsstählen mittels gepulster Laserstrahlung, Dissertation an der Montanuniversität Leoben, Österreich, 2003

[7] Delagnes, D.: Influence of Temperature and Initial Hardness on Fatigue Behaviour and Life of a 5%Cr Hot Work Tool Steel, Proc. 5th International Conference on Tooling, 29.9-1.10.1999, Leoben, Österreich, S.195–204

[8] Caliskanoglu, D.: Einfluss der Legierungslage auf das Anwendungspotential temperaturwechselbeanspruchter Warmarbeitsstähle, Dissertation an der Montanuniversität Leoben, Österreich, 2002

[9] G. Deinhofer: Entwicklung einer Prüfmethode zur Prüfung der mechanischen Eigenschaften von Werkzeugstählen bei erhöhter Temperatur (Arbeitstitel), Diplomarbeit an der Montanuniversität Leoben, (in Vorbereitung).

Kontaktadressen:

Böhler Edelstahl GmbH, A-8600 Kapfenberg, Österreich,
Produktentwicklung Warmarbeitsstahl,
Tel.: +43 (0)3862 20 7356,
E-Mail: ingo.siller@bohler-edelstahl.at

Material Center Leoben (MCL), Werkstoff-Kompetenzzentrum-Leoben Forschungsgesellschaft m.b.H., A-8700 Leoben,
Franz Josef Straße 13, Tel: +43 (0)3842 45922,
E-Mail: mclburo@mcl.at

Stand der Technik beim Rapid Prototyping von Gussteilen

State of the Art of Rapid Prototyping of Castings



Dipl.-Ing. Ray Wünsche, geb. am 24.5. 1963 in Leipzig, nach Abitur und Wehrdienst von 1983 bis 1988 Maschinenbaustudium mit vertiefter Informatikausbildung an der TU Dresden. Von 1988 bis 1990 tätig in der Forschung an der TU Dresden. Bis 1999 tätig als Key Account Manager und Produktmanager bei TEXTRON, sowohl bundes- als auch europaweit. Seit 1999 Leiter Vertrieb bei der ACTech GmbH.



Dipl.-Ing. Dirk Peppinghaus, geb. am 2.8. 1964 in Wermelskirchen, nach Abitur und Zivildienst von 1986 bis 1992 Studium der Metallurgie und Werkstofftechnik an der RWTH Aachen mit Hauptfach Giessereikunde. Von 1993 bis 1998 als Projektleiter in der Abteilung Produktentwicklung der KS Aluminium-Technologie AG, Neckarsulm beschäftigt. Seit dem 01.01.1999 Leiter der Prototypengiesserei bei BECKER GmbH CAD-CAM-CAST, Steffenberg-Quotshausen.



Dipl.-Ing. Ralf Wagner, geb. am 14.7. 1970 in Marienberg, nach Abitur von 1990 bis 1996 Studium Allgemeiner Maschinenbau/ Konstruktion-Erzeugnisentwicklung an der TU Dresden. Von 1995 bis 1999 als Konstrukteur in einem mittelständischen Fahrzeugbauunternehmen beschäftigt. 1999 bis 2001 Tätigkeit als Projektleiter für die Entwicklung des Formstoff-Fräsens bei der ACTech GmbH, Freiberg. Seit dem 2001 Gesellschafter und Geschäftsführer der Direkt Form GmbH in Freiberg.

Automobilisten nehmen ihre Zulieferer immer mehr in die Pflicht nicht nur die Entwicklung neuer Gussteile zu unterstützen, sondern auch die Entwicklung bereits im Prototypenstadium mit seriennah hergestellten Teilen zu begleiten. Dabei interessiert es sie wenig, dass die Fertigung von Prototypen sich nicht mit der Fertigung von Serienteilen unter einen Hut bringen lässt.

Die zum Einsatz kommenden Rapid Prototyping-Teile kosten Geld, das ist allgemein bekannt, können aber auch allen Beteiligten erhebliche Kostensenkungspotentiale offerieren. Nicht nur Entwicklungszeiten werden bemerkenswert gesenkt, auch die Gesamtkosten einer Entwicklung, an denen die Gießerei mit den Serienmodelleinrichtungen nicht unerheblich beteiligt ist, und die Zeit bis zum Beginn der Serienfertigung sinken im gleichen Maße. Immer wieder zu ändernde Werkzeuge könnten schon in naher Zukunft der Vergangenheit angehören. Und besonders bei den dabei anfallenden Änderungskosten entbrennt regelmäßig der Streit zwischen Kunden und Lieferanten, wer die Änderung zu verantworten und damit zu bezahlen hat. Auch eine scheinbar geringe Änderung des Serienwerkzeuges übersteigt die Kosten für einen Prototypen, mit dem das Design schon vorab hätte überprüft werden können.

Übersicht über eingesetzte Verfahren des Rapid Prototyping (Bild 1)

Seriennähe ist Grundbedingung für die gewünschte Auswert- und Übertragbarkeit von Ergebnissen aus dem Einsatz von Prototypen. Geeignete Rapid Prototyping-Verfahren zeichnen sich hier nicht nur durch kurze Lieferzeiten und überschaubare Investitionen, sondern auch durch Baustufen- und Kleinserienfähigkeit aus. Mit einer ausgewählten Rapid Prototyping-Technologie begonnene Entwicklungen

sollten schon im Sinne der Übertragbarkeit das gewählte Verfahren bis zur Vorserie aufrecht erhalten können.

Die eigentliche Herausforderung bei der Herstellung von Prototypen-Gussteilen ist die schnelle und kostengünstige Bereitstellung abgussfertiger Formen. Dort haben sich heute am Markt verschiedene Verfahren etabliert, die den Forderungen der Endanwender entsprechen können. Nachfolgend wird versucht werden, die einzelnen Verfahren kurz zu erläutern und ihre Stärken aufzuzeigen.

Grundsätzlich könnte man alle diese Verfahren zwei Gruppen zuordnen. Eine erste Gruppe befasst sich mit der Herstellung von Prototypen-Gussteilen auf der Basis von Sandgusstechnologien. Die hier verwendeten Formstoffe sind seit langem bekannt und ebenfalls die damit erreichbaren Gussteilqualitäten. Verfahrensbedingt werden in der Prototypenfertigung mindestens die üblichen Sandgusstoleranzen erreicht, in den meisten Fällen deutlich unterboten. Alle dabei eingesetzten Verfahren arbeiten auf der Basis von 3D-CAD-Daten des Gussteils bzw. darauf aufbauend der damit konstruierten Form. Formsegmente und Kerne werden ohne die sonst üblichen Modelleinrichtungen erzeugt und können, teilweise mit einer Nachbehandlung, direkt zum Formaufbau genutzt werden. Im Gegensatz zu allen anderen Rapid Prototyping Technologien, bei denen ein Ersatzwerkstoff oder ein Ersatzverfahren zur Herstellung der eigentlichen Teile dient, zeichnet sich dieses Verfahren durch eine unvergleichliche Serienähe aus. Bei der Prozesskette werden Rapid Prototyping Technologien ausschließlich zur Formerzeugung und nicht zur Erzeugung des Gussteiles selbst verwendet.

heute solche Maschinen als „EOSint S" in unterschiedlichen Leistungsstufen angeboten. Seit 1995 ist das Laser-Sintern von Croning®-Formstoff in der industriellen Nutzung, unter anderem bei der AC-Tech GmbH mit Sitz in Freiberg, deren Geschäftsführer F. Wendt seit 1995 ist.

Im Bauraum der Maschine EOSint S wird dazu eine 0,2 mm dicke Schicht Croning-Sand aufgebracht und nachfolgend durch die Energieeinwirkung von zwei Laserstrahlen, gesteuert durch das zu Grunde liegende CAD-Modell, partiell miteinander versintert. Die dabei stattfindende Reaktion ist kein Sintervorgang im eigentlichem Sinne, denn benachbarte Sandpartikel werden nur über ihre Harzhüllen miteinander verklebt. Nach erfolgter Belichtung der obersten Sandschicht wird eine neue 0,2 mm dicke Sandschicht aufgebracht und der Vorgang beginnt erneut. Kernquerschnitte von nur wenigen Quadratmillimetern lassen sich ohne Probleme maßgenau realisieren. Durch den schichtweisen Aufbau sind dem Verfahren alle geometrischen Freiheiten gegeben. So lassen sich zum Beispiel Hinterschnitte jeglicher Ausprägung völlig problemlos darstellen und auch auf die konventionell notwendigen Ausformschrägen und Verrundungen kann beim Einsatz des Laser-Sinterns verzichtet werden. Es ist ein ideales Verfahren, um auch mit noch nicht endgültig entwickelten CAD-Daten funktionsfähige Prototypenteile zu erzeugen. Der Abguss selbst kann in allen sandgussüblichen Legierungen erfolgen. Die mit Croning®-Sand erzielbaren Qualitäten und Werkstoffeigenschaften sind seit vielen Jahren bekannt und können ohne Probleme auch auf Gussteile übertragen werden, deren Formen ohne Modelleinrich-

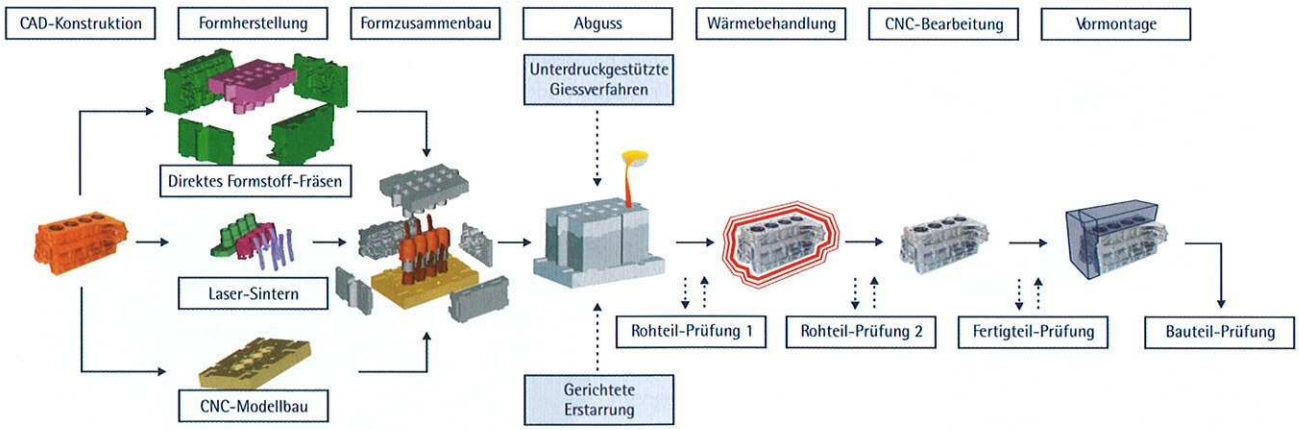


Bild 1: Die Herstellung der Formbestandteile mit Rapid Prototyping-Verfahren garantiert durch die Fertigung nach dem 3D-CAD-Datensatz sehr hohe Genauigkeiten der Form und damit auch des Gussteils selbst. Selbstverständlich sind diese Verfahren mit dem Einsatz von CNC-gefrästen Modelleinrichtungen kombinierbar und damit voll baustufenfähig und auch für Vorserien geeignet. Erste Prototypen, völlig ohne Modelleinrichtungen hergestellt, haben die gleichen Eigenschaften wie die nachfolgenden Kleinserienteile aus den Modelleinrichtungen.

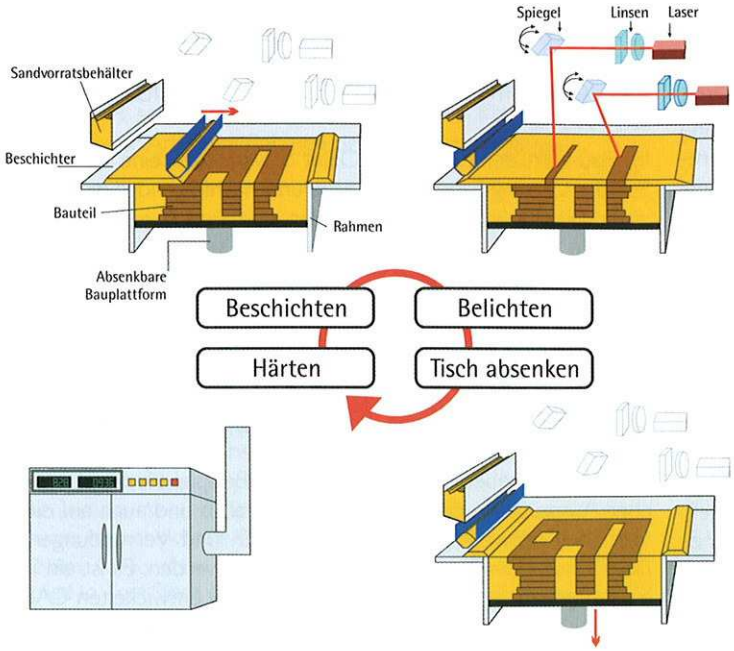
Eine zweite Gruppe nutzt Verfahren, die industriell im Feinguss verwendet werden, in abgewandelter Form zur Prototypenherstellung. Verfahrensbedingt werden hier allerdings nicht die engen Toleranzen des Feingusses erreicht. Die Verwendung von heißen Gussformen erlaubt aber die Herstellung sehr dünnwandiger Gussteile, deren Oberflächenqualität durchaus mit Druckgussteilen vergleichbar ist.

Lasersintern von Croning®-Sand (Bilder 2a/b)

Laser-Sintern von Croning®-Formstoff ist ein sogenanntes 'aufbauendes Verfahren'. Mit diesen Technologien werden Körper aus bis dahin formlosen Materialien, in diesem Fall gießereiüblicher Formstoff, Croning®-Sand, schichtweise generiert. Das grundlegende Prinzip dazu wurde 1994 von Dr. Florian Wendt weltweit zum Patent angemeldet. Gemeinsam mit der Firma EOS entwickelte er Maschinen, die geeignet waren, dieses Prinzip umzusetzen. Durch EOS werden

tungen entstanden sind. Selbstverständlich lassen sich Formsegmente und Kerne aus diesem Verfahren auch mit Formen aus bestehenden Werkzeugen kombinieren und ermöglichen so die Herstellung von leicht modifizierten Gussteilen als Prototypen oder Kleinserien.

Die heute zur Verfügung stehende Maschinentechnik grenzt über die Bauraumgröße einzelne Formsegmente auf eine maximale Größe von 720x380x380 mm ein. Ein möglicher Ausweg bestand in der Vergangenheit darin, größere Sandgussformen segmentiert herzustellen und zu einer kompletten Form zu montieren. Durch die Genauigkeit des laserbasierten Sinterprozesses sind die, durch diese Formteilungen erzeugten, Maßtoleranzen am Rohgussteil noch weit unter den sandgussüblichen Maßtoleranzen. Technologisch begrenzt wird diese Vorgehensweise aber von der Festigkeit und Montierbarkeit der gesinterten Segmente. Aber auch durch die relativ langen Maschinenlaufzeiten und die damit verbundenen Kosten war eine



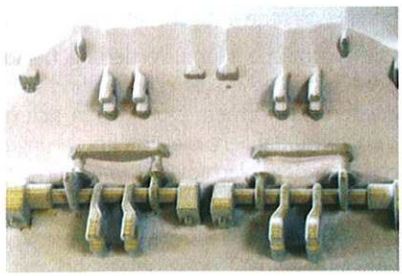


Bild 2a: Das Lasersintern von Croning-Formstoff bietet durch den schichtweisen Aufbau der Form bzw. des Kerns alle Möglichkeiten selbst komplizierteste Geometrien abzubilden. Hinterschneidungen und fehlende Ausformschrägen stellen dabei kein Problem dar. Nach dem Aushärten der Formteile können diese zur Form montiert und in fast allen gängigen Gusslegierungen gegossen werden.

solche Vorgehensweise für den Anwender aus Kostengründen bisher nur begrenzt attraktiv. Abhilfe schaffte hier das nachfolgend vorgestellte Direkte Formstoff-Fräsen.

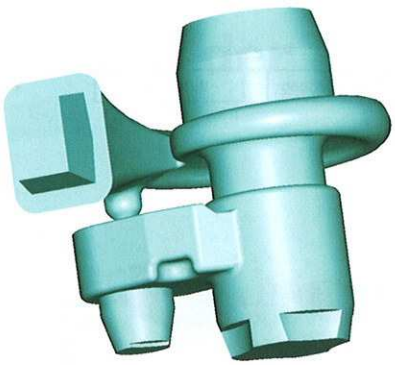




Bild 2b: Selbst hochtemperaturbelastete Gussteile wie Turboladergehäuse können in lasergesinterten Formen gegossen werden. Wegen der erreichbaren Genauigkeiten ist dieses Verfahren ideal geeignet schnell und kostengünstig voll funktionsfähige Prototypen zu erzeugen. Die funktionsbestimmenden Kerngeometrien werden mit sehr hoher Genauigkeit in einem Stück hergestellt.

Prototypen oder auch Kleinserien lassen sich so innerhalb von Tagen herstellen und helfen den Entwicklern die benötigten Leistungsparameter schnell und kostengünstig zu erreichen. Auch eine gleichzeitige Fertigung mit verschiedenen Kerngeometrien bei gleicher Außengeometrie ist realisierbar.



Einsatz von gedruckten Sandkernen im Niederdruckgussverfahren

Eines der neuesten Rapid-Prototyping-Verfahren ist das Sanddrucken der Fa. ProMetal, welches bei BECKER GmbH CAD-CAM-CAST im April 2004 eingeführt wurde **(Bilder 3** und **4).**

Ziel ist die werkzeuglose Herstellung von Sandkernen unmittelbar aus den CAD-Daten. Dabei wird zunächst giessereiüblicher Sand chargenweise mit einem Aktivator vermischt und dem Beschichter des Sanddruckers zugeführt. Dieser Sand wird dann in 0,25–0,3 mm dicken Schichten aufgetragen und vom Druckkopf mäanderförmig überstrichen. Der Druckkopf spritzt dabei durch ein 80 mm breites



Bild 3

Düsenpaket Furanzharz als Binder in den mit Aktivator vermischten Sand. Die Härtungsreaktion zwischen diesen beiden Komponenten läuft dann unmittelbar vollständig ab.

Bild 4



Das ProMetal-Verfahren **(Bild 4)** bietet insbesondere dann Vorteile, wenn entweder massive Kerne bei kleiner Stückzahl oder eine höhere Stückzahl von komplexen Innenkernen gefertigt werden müssen. Das liegt zum einen am großen Bauraum (1500 × 750 × 750 mm) der Maschine, andererseits trägt aber auch der schnelle Bauprozess zur Geschwindigkeitssteigerung bei.

Der schichtweise Aufbau der Sandkerne bietet wie bei allen Schichtbauverfahren den Vorteil großer geometrischer Gestaltungsfreiheit, da Hinterschnitte ausgeführt werden können und auf Aushebeschrägen oder Radien verzichtet werden kann, wo dies sinnvoll erscheint. Ein weiterer großer Vorteil des ProMetal-Verfahrens ist der sehr geringe Nachbearbeitungsaufwand. Bei diesem „kalten" Verfahren kommen die Kerne mit Endfestigkeit aus der Maschine heraus. Als Nachbearbeitung fällt lediglich der Entpackprozess an.

Flexibel ist das Verfahren auch hinsichtlich der Benutzung unterschiedlicher Sandarten und Körnungen. So können beispielsweise sehr feinkörnige Sande für Gussteilkonturen benutzt werden, die eine gute Oberflächengüte haben sollen. Gröbere Sande finden für sehr dünne Innenbereiche, wie bei Wassermänteln in Zylinderköpfen, Verwendung, bei denen es auf eine gute Gasdurchlässigkeit ankommt.

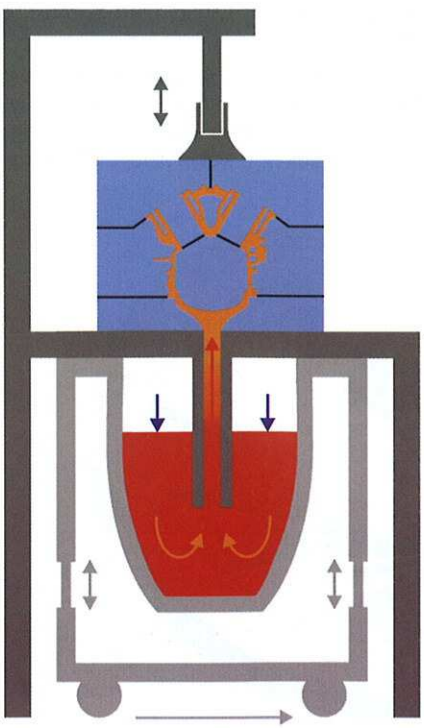


Bild 5: Niderdruck-Sandguss

Ein für die Qualität des Gussteils wichtiger Faktor ist die Menge des Binders, die den Sand zusammenhält. Das ProMetal-Verfahren benötigt lediglich 1,5-2 Gew.-%, was sich positiv auf die Prozessstabilität beim Gießen auswirkt. Denn wenn der Binder mit heißer Schmelze in Berührung kommt, beginnt er sich zu zersetzen. Die entstehenden Verbrennungsgase können Blasen im Gussteil verursachen. Daher gilt: je weniger Binder im Sand vorhanden ist, desto sicherer verläuft der Gießprozess hinsichtlich der Kerngasprobleme.

Ein gutes Beispiel für die Leistungsfähigkeit dieses neuen Verfahrens war die Herstellung eines einzelnen V8 Zylinderkurbelgehäuses. Hier kam es darauf an, in möglichst kurzer Zeit ein Teil zu erzeugen, an dem zunächst die Bearbeitung getestet und danach der Kühlmittelkreislauf erprobt werden konnte. Nach Eingang der CAD Daten wurde das Kernpaket mit den erforderlichen Kernmarken usw. im 3D-CAD System erzeugt und die einzelnen Kerne durch den Sanddrucker hergestellt. Nach der Montage des Kernpakets folgte das Gießen des Bauteils im Niederdruck-Sandguss-Verfahren. Hierbei wird Inertgas in den Ofenraum eingeleitet. Der regelbare Überdruck presst die Schmelze durch das vertikale keramische Steigrohr in den Formhohlraum **(Bild 5).** Dieser computergesteuerte Prozess erlaubt eine turbulenzarme Formfüllung und garantiert die exakte Wiederholbarkeit. Durch den hohen Speisungsdruck und die von oben nach unten gelenkte Erstarrung wird darüber hinaus eine exzellente Gussqualität erreicht.

Nach den weiteren Prozessschritten wie Entpacken des Gussteils, Verputzen, Wärmebehandeln, Lecktesten, Computertomographie, Vermessen und Strahlen konnte nur 2 Wochen nach CAD-Dateneingang das V8 Zylinderkurbelgehäuse an den Kunden ausgeliefert werden.

Direktes Formstoff-Fräsen

Bei diesem Verfahren wird ein vorgefertigter Formstoffblock aus einem gießereiüblichem Formstoff auf einer 5-Achs-CNC-Fräsmaschine bearbeitet. Die Fräsbahnen werden direkt aus den aufbereiteten CAD-Daten des Gussteiles generiert **(Bilder 6** und **7).** Durch diese Vorgehensweise wird die Erzeugung einer Modelleinrichtung zur Formherstellung übersprungen und es wird auch bei großen Gussteilen die kostengünstige Erzeugung von Prototypenteilen in geringer Stückzahl möglich.



Bild 6: Beim Direkten Formstoff-Fräsen werden Formsegmente und auch Kerne direkt aus einem Formstoffblock gefräst. Fast alle gießereiüblichen Formstoffe lassen sich bei ausreichender Festigkeit dafür verwenden. Da die Kosten und Lieferzeiten für Modelleinrichtungen entfallen, ist dieses Verfahren ideal geeignet, schnell und kostengünstig erste Prototypenteile auch für sehr große Gussteile zu erzeugen.

Nach der Auffassung des Entwicklerteams bei der ACTech GmbH sind die Möglichkeiten dieser neuen Rapid Prototyping-Technologie noch lange nicht ausgeschöpft. Da die Größe der erzeugten Gussformen nur von der mechanischen Festigkeit des verwendeten Formstoffes und der zur Verfügung stehenden Fräsmaschine begrenzt wird, sind schon heute Sandguss-Prototypen mit Gussteilabmessungen weit über 2 Meter ohne Formsegmentierung realisierbar.

Die im Direkten Formstoff-Fräsen hergestellten Formsegmente oder Kerne lassen sich mit Formbestandteilen aus anderen Herstellungsverfahren problemlos kombinieren. So lassen sich in Verfahrenskombinationen nicht nur große, sondern auch sehr komplizierte Gussteile zeit- und kostengünstig als Prototypen oder Kleinserien herstellen. Dadurch eröffnen sich dem Rapid Prototyping völlig neue Anwendungsgebiete, wie zum Beispiel die Herstellung von Karosseriestrukturen, die in der späteren Serienproduktion als Druckgussteile ausgeführt werden, oder maßgenaue Gussrohteile, die die Bearbeitungszeit für Presswerkzeuge auf ein Bruchteil schrumpfen lassen. Auch eine Nutzung dieser Technologie zur Herstellung von Kleinserien und Einzelstücken oder zur Ersatzteilbereitstellung in sehr geringen Stückzahlen ist damit möglich geworden.



Bild 7

Auch schon die Prototypen von großflächigen Strukturteilen, die in der Serienfertigung im Druckguss hergestellt werden, können serienvergleichbare Eigenschaften haben. Durch den Wegfall der Modelleinrichtungen werden Kosten und Zeit gespart.

Das Direkte Formstoff-Fräsen ermöglicht hier die Formherstellung auch für sehr große Gussteile. Im dargestelltem Beispiel einer Instrumententafel wurden erste Prototypen in einer Magnesiumlegierung innerhalb zwei Wochen erzeugt und danach im Crashversuch getestet. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden erneut in Prototypenteilen umgesetzt und bewiesen im Crashversuch die Tauglichkeit des Seriendesign. Eine nachfolgende Kleinserie überbrückte die Lieferzeit des Serienwerkzeuges.

Direktes Formstoff-Fräsen als Dienstleistung

DF®-Formen im Gießereieinsatz

Die modelllose Herstellung verlorener Gießformen stammt ursprünglich aus dem Rapid Prototyping. Seit gut neun Jahren nutzt man die Strategie, um schnell und preiswert Gussteile erzeugen zu können. Die ersten Kunden gehörten zur Automobilindustrie, wo eine Verkürzung der Entwicklungszyklen erhebliche Marktvorteile mit sich brachte.

Seit zweieinhalb Jahren wird die direkte Formherstellung von der Direkt Form GmbH als Dienstleistung für Gießereien und Endkunden angeboten.

Fertigungsbasis sind dabei 3D-CAD-Daten der Gussteile, die mit dem Gießsystem, gießtechnisch bedingten Geometrieanpassungen und Bearbeitungszugaben versehen werden. Anschließend erzeugt der Konstrukteur die passenden Formsegmente und Kerne. Das eigentliche Formen erfolgt fräsend mit CNC-gesteuerten Spezialmaschinen. Die hierbei angewandte Technologie wird als Direktes Formstofffräsen bezeichnet.

Der technologische Ablauf unterscheidet sich grundlegend von der bisherigen Vorgehensweise. Ein kompletter Prozessschritt, der Modellbau, entfällt und wird durch die Formkonstruktion am Computer ersetzt.

Durch diese zeitgemäße Fertigungsstrategie ist es auch außerhalb der Automobilindustrie möglich, preiswert und schnell einzelne Gussteile zu erzeugen. Idealer Weise findet sie ihre Anwendung bei komplexeren Gussteilen, die sich durch eine anspruchsvolle Geometrieführung, viele Kerne oder besondere Gefügeeigenschaften auszeichnen.

Für eine erfolgreiche Anwendung der DF®-Technologien ist eine enge Kooperation zwischen der Direkt Form GmbH, der Gießerei und dem Endkunden erforderlich. Entgegen der traditionellen Vorgehensweise, erfolgt die technische Abstimmung inklusive der „Modellfreigabe" vor dem eigentlichen Herstellungsprozess. Aufbauend auf den 3D-CAD-Daten des Fertigteiles, die der Kunde bereitstellt oder von den Konstrukteuren der Direkt Form GmbH auf Zeichnungsbasis erstellt werden, wird das Rohteil im Computer erzeugt. Parallel dazu erfolgt in der Gießerei die Auslegung des Gießsystems, die Festlegung des Schwindmaßes und eventueller Bearbeitungszugaben. Diese Informationen fließen sofort in den Datensatz des Gussteiles ein, so dass vor Fertigungsbeginn die Gießerei und der Endkunde eine Modellabnahme auf virtueller Basis durchführen können. Eventuell anstehende Änderungen sind zu diesem Zeitpunkt mit geringstem Aufwand realisierbar. Der freigegebene Datensatz wird schließlich in die Produktion gegeben.

In dieser Abklärungsphase ist es natürlich von Vorteil, wenn sowohl die Gießerei als auch der Endkunde über entsprechende 3D-Visualisierungstechnik verfügen. Eine Abstimmung auf Basis der 3D-CAD-Daten hat sich als ausgesprochen effektiv und zuverlässig herausgestellt. Im Folgenden soll ein typischer Projektverlauf näher betrachtet werden.

Als ideale Voraussetzung werden vom Projektpartner 3D-Daten der Gussteile in sehr guter Qualität zur Verfügung gestellt **(Bild 8)**. Sind die Partner darüber hinaus in der Lage mit dem Formenbauer, der Direkt Form GmbH, auf 3D-CAD-Datenbasis zu kommunizieren, dann sind dies Faktoren, die den Projektablauf erheblich beschleunigen. Eine Parallelbearbeitung der einzelnen Prozessschritte wird damit möglich, ohne dass ein Arbeitsgang doppelt ausgeführt werden muss.

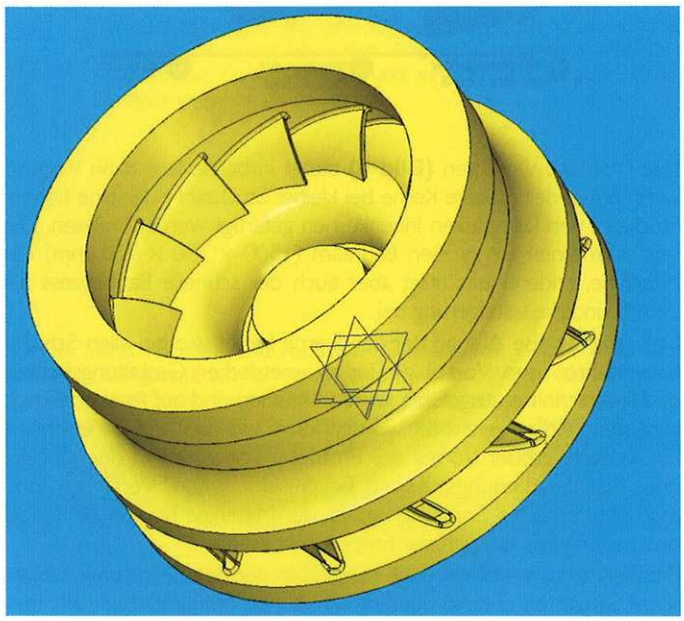


Bild 8: 3D-CAD-Daten des Fertigteiles

In anderen Fällen wird zum Beispiel das Gießsystem von den Projektpartnern in der Gießerei von Hand in eine Zeichnung skizziert und anschließend von den Konstrukteuren der Direkt Form GmbH in den 3D-Datensatz überführt.

Nach der Zusammenstellung der Datensätze erfolgt die eigentliche Formkonstruktion **(Bild 9)**. Dabei werden Formsegmente und Kerne erzeugt, die sich herstellen und montieren lassen. Hierbei kann das Team der Direkt Form GmbH auf eine siebenjährige Praxis der

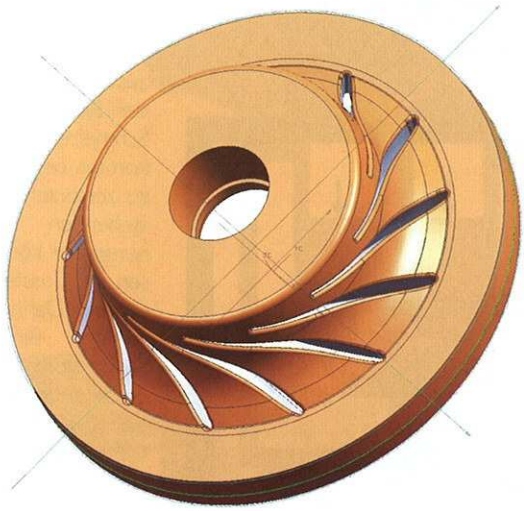


Bild 9: Konstruktion der Formsegmente

modelllosen Formgestaltung zurückgreifen. In dieser Zeit ist ein Know How gewachsen, das es erlaubt, über die Formsegmente gezielt Eigenschaften des Gussteiles positiv zu beeinflussen.

Auch bei diesem Arbeitsgang zeigt sich der Vorteil der CAD-Datendurchgängigkeit. So ist es problemlos möglich, Kernbewehrungen, Anschlaglösungen, Schwerpunktslagen und Gewichte zu ermitteln, die eine Montage des Kernpaketes erheblich vereinfachen. Mit der Gießerei wird abgestimmt, welche Entlade- und Handhabungsmöglichkeiten vor Ort existieren, so dass möglichst der komplette Fertigungsablauf geplant und berücksichtigt werden kann und letztendlich reibungslos funktioniert.

Sehr angenehm ist die Tatsache, dass sich die Geometrie der Formsegmente nur am Gussteil und dem geplanten Gießprozess orientieren muss und weitere sonst notwendige entformungsbedingte Restriktionen entfallen. Damit kann man oft mit erheblich geringerem Aufwand die gewünschte Teilegeometrie erzeugen, als das herkömmlich der Fall wäre.

Die flexibel ausgelegte Fertigungsstruktur der Direkt Form GmbH erlaubt es, sich auf die technischen Möglichkeiten der Partner einzustellen. Die Herstellung einzelner Kerne oder Formsegmente nach vorgegebenem Datensatz ist genauso üblich, wie eine gießfertig montierte Form, die auf Basis eines Zeichnungssatzes im Hause DF entstanden ist. Der Einbau von Kühlkokillen oder Kühlsteinen, Speisern, keramischen Gießlaufelementen und Filtern wird dann, wie auch das Schlichten und Montieren von Kernpaketen, komplett bei der Direkt Form GmbH realisiert. Der Gießereipartner stellt das Material zur Verfügung, so dass gewährleistet ist, dass die gewohnten gießtechnischen Eigenschaften zum Tragen kommen.

Ähnlich war die Vorgehensweise im vorgestellten Projekt. Der Kern wurde für die Montage optimiert. Der Mittel- und Oberkasten wurden gefräst und der Unterkasten klassisch vom Modell abgeformt. Die Gießerei konnte die Formteile dann in den normalen Ablauf integrieren, schlichten, zulegen, hinterfüllen und abgießen.

Es gibt Gießformen die wesentlich aufwändiger sind. Neben anspruchsvolleren Geometrien müssten zusätzlich Konturkühlkokillen hergestellt werden. Durch die eingangs erwähnte gleiche Kommunikationsebene auf 3D-CAD-Daten ist es möglich, die Kokillen aus dem Datensatz heraus zu generieren und in einer Abgusstraube einzubringen. Für die abgebildete Form wurde der Unterkasten mit den Kühlkokillengeometrien gefräst **(Bild 10)** und in die Gießerei gebracht. Dort erfolgte das Formen des Oberkastens mit Hilfe einer geplotteten Zeichnung für die exakte Position der Speiser. Diese Form wurde „just in time" abgegossen und die einbaufertigen Kokillen mit dem sonstigen Gießzubehör an die Direkt Form GmbH geschickt. Zu einem Zeitpunkt, zu dem der Konstruktionsprozess für die komplette Form noch nicht ganz abgeschlossen war, lagen schon alle Zubehörkomponenten für die Formmontage vor, ein nahezu idealer Zustand.

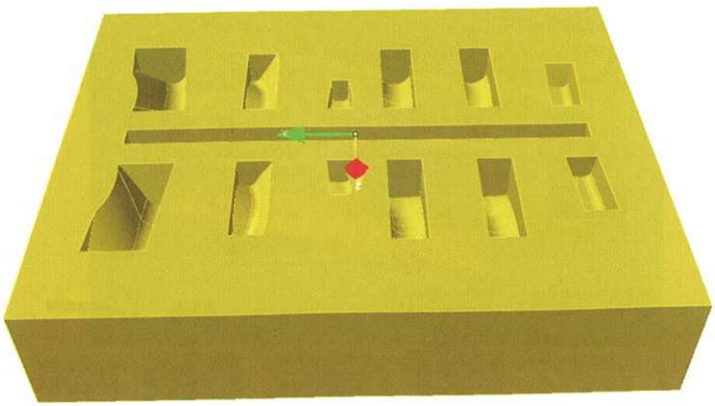


Bild 10: Gießform für Konturkokillen



Bild 11: Fräsen eines Kernes

Die Formkonturen werden über ein CAM-System in NC-Daten umgewandelt und schließlich über eine Formstoff-Fräs-Maschine mit Spezialwerkzeugen direkt in den massiven oder einen vorgeformten Formstoffblock gefräst **(Bild 11)** und gegebenenfalls mit anderen Verfahren hergestellten Formteilen ergänzt.

Zur eigentlichen Formmontage in der Gießerei werden von der Direkt Form GmbH neben den Formsegmenten und Kernen auch Montagepläne mit 3D-Ansichten und personelle Unterstützung geboten, so dass die Form problemlos und schnell montiert werden kann **(Bild 12)**. Durch die hohe Präzision der CNC-gefrästen Formsegmente wird die Montage zu einem sehr zügigen Vorgang, bei dem Anpassungsarbeiten die absolute Ausnahme darstellen.

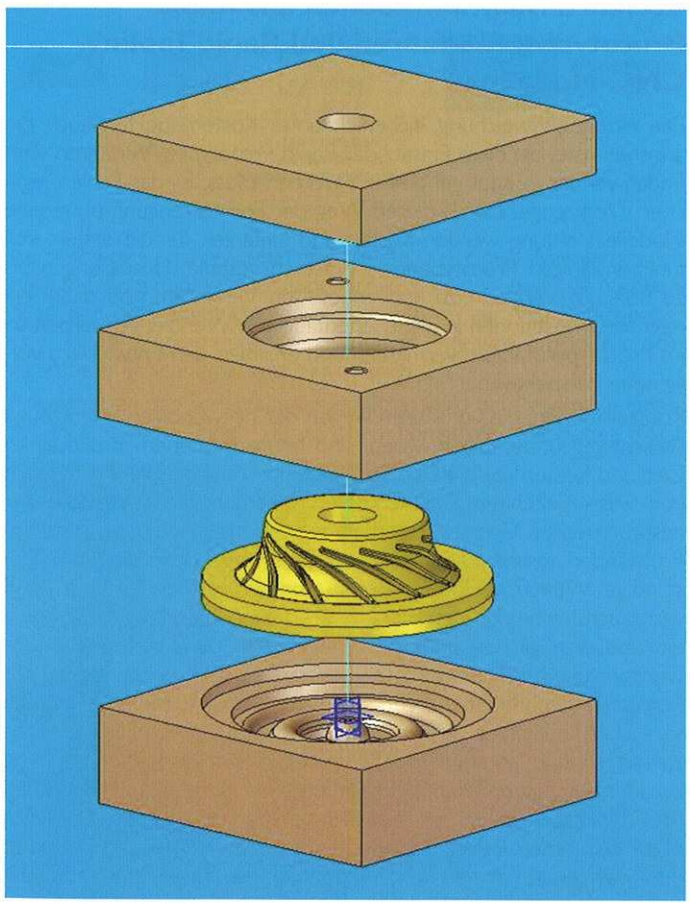


Bild 12: Montageplan





Bild 13: Turbinenlaufrad, hergestellt über DF®-Technologien

Das erzeugte Gussteil **(Bild 13)** fiel zur vollsten Zufriedenheit der beteiligten Projektpartner aus. Die Teile waren von hervorragender Qualität, bei einer sehr interessanten Lieferzeit.

An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass die Direkt Form GmbH neben einer ständigen Weiterentwicklung der Technologien, der Maschinentechnik und Werkzeuge als Entwicklungspartner namhafter Gießereizulieferer auch mit verschiedenen Formstoffen experimentiert und damit praktische Erfahrungen bei der Verarbeitung modernster in Industrieeinführung befindlicher Formstoffsysteme hat.

Der typische Projektverlauf, unter Nutzung der DF®-Dienstleistung, ermöglicht vor allem im Projekt- und Ersatzteilgeschäft neue, viel kürzere Reaktionszeiten.

Verfahrenskombinationen aus Rapid Prototyping-Verfahren und Rapid Tooling-CNC-Modellbau

Die einzige Abweichung, sicherlich unter Kostenaspekten auch die angenehmste, die beim Einsatz der Rapid Prototyping-Verfahren vom Endanwender in Kauf genommen werden muss, ist das Fehlen jeglicher Werkzeuge. Durch diesen Weg der Formerzeugung ohne eine Modelleinrichtung werden Kosten und Lieferzeit für die ersten, voll funktionsfähigen Prototypenteile drastisch gesenkt. Einsparungen bis zu 80%, im Vergleich zu konventionellen Verfahren, sind dabei erreichbar. Investitionen in nicht serientaugliche Werkzeuge werden so im Prototypenstadium vermieden und eröffnen den Entwicklern völlig neue Perspektiven.

Konstellationen, die vor Jahren wegen der notwendigen Werkzeuge schlichtweg unbezahlbar waren, sind heute mit einem Bruchteil an Zeit und Kosten realisierbar. So lassen sich zum Beispiel Prototypen von wassergekühlten Zylinderköpfen, einem bekanntermaßen sehr anspruchsvollen Gussteil, innerhalb weniger Tage erzeugen und auf Prüfständen testen. Die dabei gewonnen Ergebnisse fließen in die ständige Weiterentwicklung und Verbesserung der leistungs- und verbrauchsbestimmenden Parameter der Zylinderkopf-Prototypen ein und ermöglichen dem Anwender einen signifikanten Wettbewerbsvorteil. Nach dem Prototypenstadium folgt konventionell die Fertigung von Vorserien- und Serienwerkzeugen. Neuere Ansätze versuchen auch hier die Vorteile der Rapid-Prototyping-Verfahren zu nutzen und kombinieren den Einsatz von Modelleinrichtungen zur Herstellung größerer Formsegmente mit dem Einsatz von Rapid Prototyping-Verfahren für die Herstellung von Kernen. Bei dem oben erwähnten Beispiel eines Zylinderkopfes **(Bild 14)** bedeutet dies, dass erste Formen schon nach wenigen Tagen zur Verfügung stehen können, da nur weniger zeit- und kostenaufwändige Modelleinrichtungen für die Außengeometrien gefertigt werden. Kanalkerne und Wassermantel werden zeitgleich ohne die sonst genutzten Kernkästen in Rapid Prototyping-Verfahren hergestellt und mit den restlichen Formsegmenten für die Außengeometrie gemeinsam zur Form aufgebaut. Das Resultat sind Kleinserien ohne zeit- und kostenaufwändige Kernkästen mit einem Bruchteil der sonst üblichen Lieferzeiten. Oft werden solche Kleinserien genutzt, um die Lieferzeit der Serienwerkzeuge zu überbrücken. Mit der vorgestellten Verfahrenskombination lassen sich hier nicht nur Lieferzeiten verkürzen, sondern auch die Investitionen in nicht serientaugliche Werkzeuge gering halten.

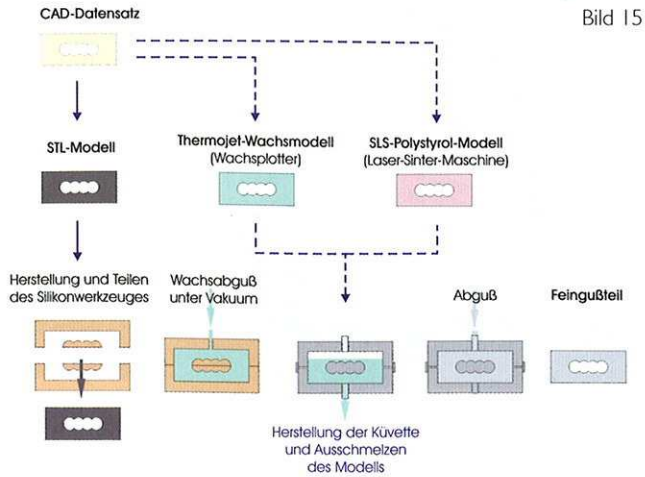


Bild 14: Zusammen mit Rapid Prototyping-Technologien lassen sich schnell realisierbare und kostengünstige Konstellationen für die Kleinserienfertigung aufbauen.

Bei Zylinderköpfen werden üblicherweise nur die Außengeometrien aus Modelleinrichtungen gefertigt, während die Kerne mit Rapid Prototyping-Technologien hergestellt werden. Der Wegfall der Kernkästen spart Kosten und Zeit, die entstehenden Gussteile entsprechen in ihren Eigenschaften weitgehend den späteren Serienteilen. Zeitgleich lassen sich hier auch Varianten mit unterschiedlichen Kerngeometrien, z.B. für die Ein- und Auslasskanäle, und gleicher Außengeometrie fertigen. Vom Erhalt des Datensatzes bis zur Lieferung des ersten Loses vergehen, inklusive aller Prüfungen, weniger als drei Wochen.

Rapid Prototyping-Feinguss im Wachsausschmelzverfahren

Bild 15



Durch die erreichbaren Oberflächenqualitäten eignen sich Rapid Prototyping-Feingussteile aus dem Wachsausschmelzverfahren sehr gut für optisch anspruchsvolle Teile wie Verkleidungen im Innenbereich oder Zylinderkopfhauben. Durch die beim Abguss heiße Form kann man mit diesen Verfahren auch sehr dünnwandige Gussteile herstellen, die in der Serienfertigung üblicherweise im Druckguss entstehen. Die Entscheidung für Rapid Prototyping-Feinguss nach dem Wachsausschmelzverfahren fällt also überall dort, wo hohe Anforderungen an die Oberflächengüte gestellt werden, filigrane Strukturen mit geringen Wandstärken abgebildet werden sollen und hohe Gestaltungsfreiheit gefragt ist. Einige Gussteilgeometrien können mit anderen Rapid Prototyping-Verfahren nur sehr aufwendig oder gar nicht hergestellt werden. Große Hinterschnitte und fehlende Ausformschrägen stellen mit diesem Verfahren kein Problem dar.

Ausgehend von 3D-CAD-Rohteildaten werden Urmodelle mit einer dem Schwindmaß entsprechenden Skalierung hergestellt. Dabei handelt es sich üblicherweise um Stereolithographieteile, aber auch papier- oder folienlaminierte Modelle sind im Einsatz. Mit Hilfe dieses Urmodells werden je nach geforderter Stückzahl und Lieferzeit ein oder mehrere Silikonwerkzeuge gefertigt, die durch mehrfaches Teilen selbst kompliziertes Geometrien darstellen können. Der Wachsabguss unter Vakuum und das Abkühlen der gefüllten Silikonform unter definierten Bedingungen garantieren eine hohe Genauigkeit und perfekte Oberflächen beim entstehenden Wachsling. Es ist möglich bis zu 25 Wachsmodelle aus einer Silikonform herzustellen, bevor sie verschlissen und nicht mehr maßgenau ist. Durch diese relativ hohe Standzeit können die Werkzeugkosten für die Prototypenfertigung weiter reduziert werden. Jeder Wachsling wird mit Anguss und Speisersystem zu einer Wachstraube aufgebaut und in einer Követte unter Vakuum mit mineralischem Formstoff umgossen. Die fertige Követte wird im Ausbrennofen getrocknet und das Wachsmodell dabei ausgeschmolzen. Nachdem die Gießform vollständig getrocknet und ausgehärtet ist, kann der Abguss mit allen gängigen Aluminium- und Zinklegierungen erfolgen **(Bilder 15** und **16).**

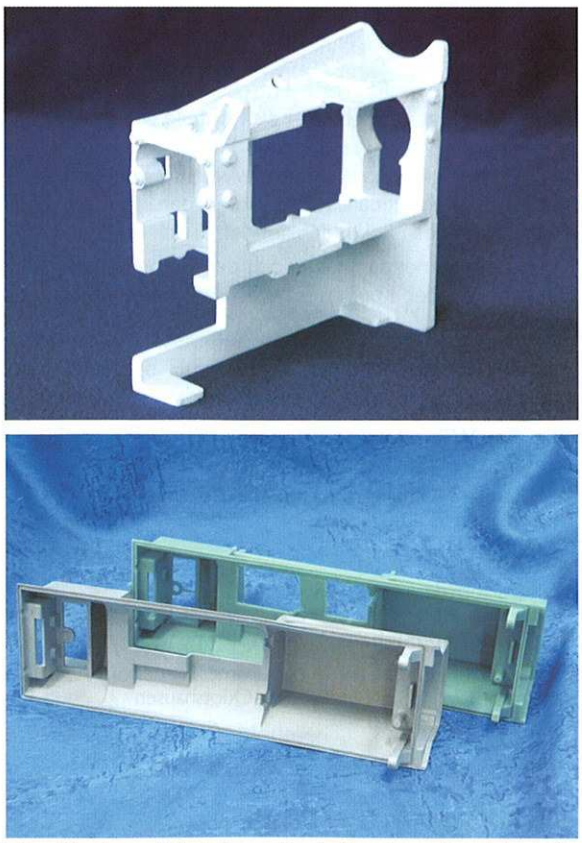


Bild 16: Der Einsatz von Wachslingen für die Formherstellung bietet eine hervorragende Oberflächenqualität, verbunden mit sehr guter Abbildung selbst filigraner Strukturen wie z.B. Dichtnuten. Teilweise können nachfolgende Bearbeitungen entfallen und die Gussteile sind mit nur geringem Aufwand montagefertig.

Bereits beim Formaufbau kann durch den Einsatz geeigneter Kühlelemente Einfluss auf die späteren Materialeigenschaften des Prototypen genommen werden. Dabei sind passive Kühlelemente wie Kühleisen wenig effektiv, denn beim Abguss ist die mineralische Form immer noch heiß und damit ist die Wärmeaufnahme solch passiver Kühlungen eingeschränkt, da sie identische Temperaturen wie die Form haben. Durch den Einsatz einer aktiven Kühlung kann eine gezielte Erstarrung der Gussteile trotz der heißen Form erreicht werden. Bevorzugt werden solche Maßnahmen für hochbelastbare Teile, zum Beispiel im Fahrwerkbereich, eingesetzt und garantieren dort hervorragende Materialeigenschaften.

Alternativen zum Wachsmodell stellen mit einem Thermo-Jet-Drucker geplottete Wachslinge oder verlorene Modelle aus Polystyrol oder Quickcast dar. Diese Modellvarianten bieten sich an, wenn die Fertigung von Prototypen auf anderem Weg nur unter Verwendung von Keramikkernen oder hochkompliziert geteilten Werkzeugen möglich wäre. Aber auch bei geringen Stückzahlen und hoher Komplexität der Gussteile können sie eine wirtschaftliche Alternative sein. Da die Herstellung der Silikonformen entfällt, können zudem sehr kurze Lieferzeiten sichergestellt werden.

Keramikschalenverfahren (Bild 17)

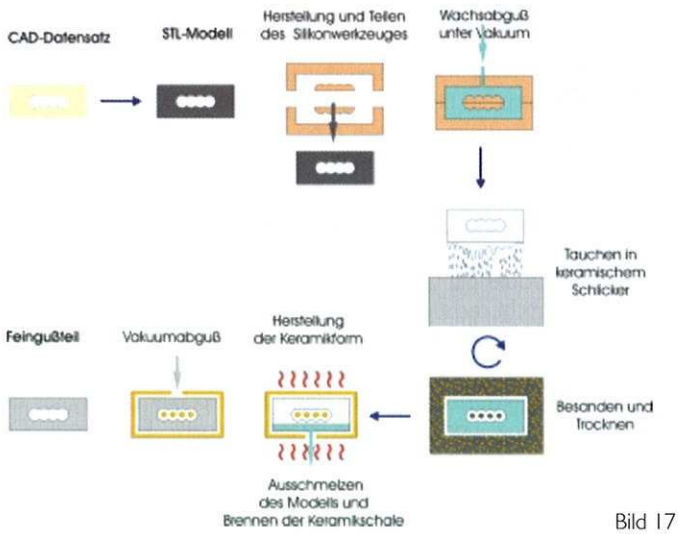


Bild 17

Auch dieses Verfahren setzt die Herstellung eines Wachslings, vergleichbar dem Rapid Prototyping-Feinguss, voraus. Auch die Verwendung der dort angesprochenen Alternativen zur Wachslingherstellung, wie die Verwendung lasergesinterter Polystyrol-Urmodelle oder geplotteter Wachslinge, sind hier möglich.

Angelehnt an das Serienfeingussverfahren wird bei diesem Verfahren ein Wachsling in einen keramischen Formstoff eingebettet. Nach

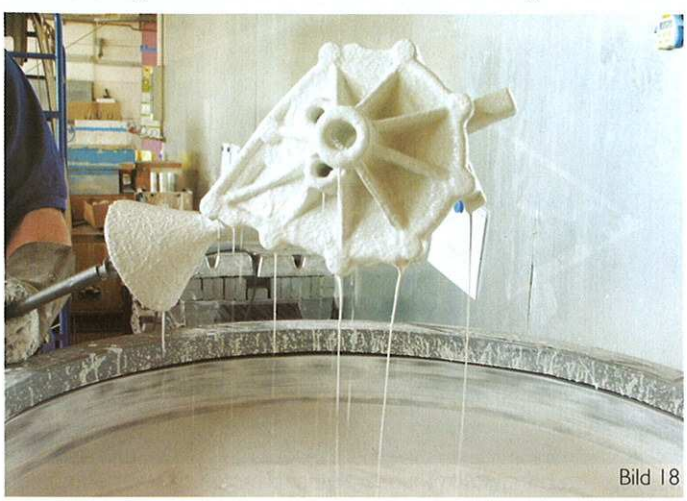


Bild 18

dem Trocknen der Form wird das verlorene Modell im Autoklaven ausgeschmolzen. Nach dem Brennen der Keramikschale können außer Aluminium- und Magnesiumlegierungen auch Eisen- und Stahlwerkstoffe gegossen werden. Die hervorragenden thermischen Abkühlbedingungen beim Keramikschalenverfahren wirken sich sehr positiv auf die Gefügeeigenschaften der Metalle und damit auf die erreichbaren mechanischen Eigenschaften der Prototypen aus.

Rubber Plaster Mold Process

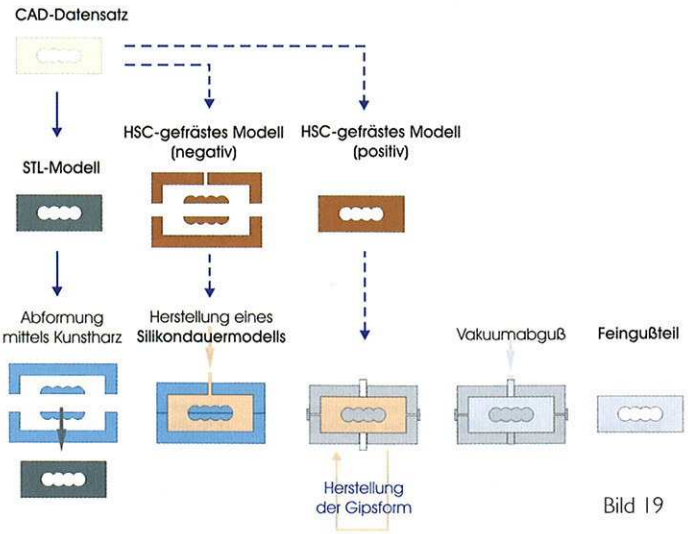


Bild 19

Der Rubber Plaster Mold Process stellt eine gute Alternative zum Serienfeinguss oder Druckguss dar **(Bild 19)**, wenn in kurzer Zeit eine größere Stückzahl von Gussteilen benötigt wird, aber die benötigte Lieferzeit und/oder die Gesamtstückzahl den Einsatz eines Vorserien-Werkzeuges nicht rechtfertigt.

Von einer CNC-gefrästen Modelleinrichtung erfolgt die direkte Abformung von Gipsformen, vergleichbar dem Sandguss. Das Anguss- und Speisersystem ist bei diesem Verfahren direkter Bestandteil der Modelleinrichtung und garantiert wiederholbare Ergebnisse. Die hohe Standzeit der Modelle ermöglicht eine schnelle Herstellung von größeren Mengen an Gipsformen, die anschließend zur fertigen Gießform komplettiert werden. Auch hier kann durch den Einsatz einer aktiven Kühlung gezielt Einfluss auf die Erstarrung und damit auf die erreichbaren Gussteilqualitäten genommen werden.

Alternativ kann statt der CNC-gefrästen Modelleinrichtung auch der Einsatz eines Silikon-Werkzeuges zur Formherstellung notwendig werden. Dies ist insbesondere bei großflächigen Konturen mit nur geringen Ausformschrägen gegeben, da dort durch die flexible Modelleinrichtung die entstehende Gipsform mit auch nur geringen oder sogar vollständig fehlenden Ausformschrägen entformbar bleibt.

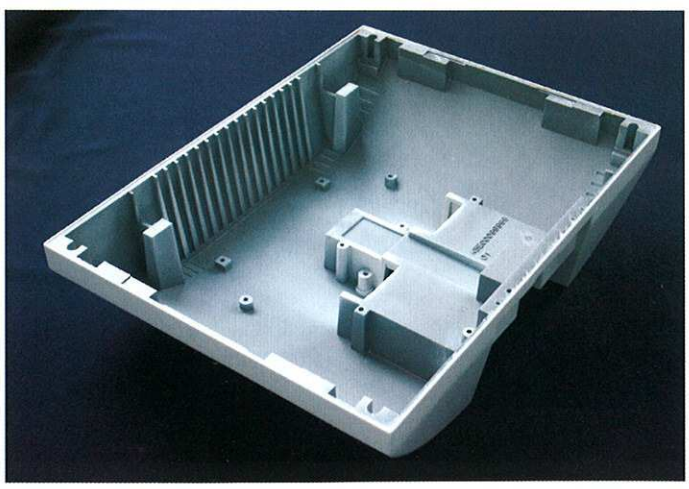


Bild 20a

Selbst besonders komplizierte Geometrien mit großen Hinterschneidungen sind beim Rubber Plaster Mold Process durch Losteile, Kernkästen oder gesinterte Sandkerne problemlos realisierbar **(Bild 20a/b).**



Bild 20b

Im Rubber Plaster Mold Verfahren lassen sich auch sehr große Feingussteile, wie z.B.dieses Monitorgehäuse (a) oder die Felge (b), als Prototypen oder Kleinserien herstellen. Die Wiederholgenauigkeit wird durch den Einsatz von Werkzeugen zur Formherstellung abgesichert. Kurze Prozesszeiten ermöglichen eine hohe Kapazität mit nur wenigen Werkzeugen und bieten damit optimale Voraussetzungen für Kleinserien. Üblicherweise werden mit solchen Kleinserien die Lieferzeiten der Druckgusswerkzeuge überbrückt.

Schlusswort

Fast jede zeitgemäße Rapid Prototyping-Technologie für Gussteil-Prototypen ist heute in der Lage, innerhalb zwei bis drei Wochen die ersten Gussteile herzustellen. Welche Technologie genau die Forderungen der Kunden am besten erfüllt, kann man genau so wenig sagen wie welcher Anbieter wohl der beste sei. Alle haben ihre Stärken auf unterschiedlichen Gebieten und erst die konkrete Aufgabenstellung lässt hier eine fundierte Entscheidung zu. Ob die Gussteile einbaufertig benötigt werden oder als Rohteile genügen, ob eine spätere Kleinserie die Vergabe der ersten Prototypen bereits beeinflusst oder ein Technologie- und ggf. Anbieterwechsel uninteressant ist, lässt sich erst sagen, wenn idealerweise alle Forderungen und weiter gehende Planungen des Endkunden auf dem Tisch liegen.

Allen Anbietern gemeinsam ist jedoch der Drang danach, ständig mit den Forderungen der Kunden zu wachsen, um auch morgen noch „up to date" zu sein.

Kontaktadressen:

Dipl.-Ing. Ray Wünsche, Leiter Vertrieb

ACTech GmbH
Advanced Casting Technologies – Gießereitechnologie
Halsbrücker Straße 51, D-09599 Freiberg
Tel.: +49 (0) 37 31 / 16 91 20
Fax: +49 (0) 37 31 / 16 95 00
E-mail: rwu@actech.de, Internet: www.actech.de

Dipl.-Ing. Dirk Peppinghaus, Leiter Prototypengießerei

Becker GmbH CAD-CAM-CAST
Brueckenstrasse 19, D-35239 Steffenberg-Quotshausen
Tel.: +49 (0) 64 65 / 91 43 0
Fax: +49 (0) 64 65 / 46 07
Email: office@beckerccc.com, Internet: www.beckerccc.com

Dipl.-Ing. Ralf Wagner, Geschäftsführer

Direkt Form GmbH
Am St. Niclas-Schacht 13, D-09599 Freiberg
Tel.: +49 (0) 37 31 / 69 29 70
Fax: +49 (0) 37 31 / 69 29 75
E-mail: rwa@direktform.de, Internet: www.direktform.de

Prototypen aus Metallguss in hoher Qualität

Metalcasting Prototyping in High Quality

Wolfgang Humml und Ing. **Hannes Hämmerle**, heute Geschäftsführer der „*Izu1 Prototypen GmbH*", gründeten nach mehrjähriger Zusammenarbeit beim selben Arbeitgeber, dem Werkzeugbau des Leuchtenherstellers Zumtobel-Staff in Dornbirn, im Jahr 1996 die HTS Humml & Hämmerle Tooling Service GmbH. 2002 wurde das Unternehmen in „*Izu1 Prototypen GmbH*" umbenannt.



Wolfgang Humml spezialisierte sich nach seiner Grundausbildung als Werkzeugmechaniker auf den Formen- und Spritzwerkzeugbau. Anfang der 90er Jahre war er maßgeblich an der Einführung der Stereolithografietechnik bei Zumtobel und im Anschluss daran für den Marktaufbau des Rapid Prototyping beteiligt. Zusätzliche Ausbildungsmodule (u.a. Universitätslehrgang Informatik der Universität Innsbruck) erleichterten die Gründung und Führung eines eigenen Unternehmens.

Hannes Hämmerle wirkte nach der HTL-Maschinenbau-Ingenieursausbildung in Bregenz bei Zumtobel-Staff in den Bereichen Instandhaltung, Technik, Einkauf, Kostenrechnung und Controlling. Zusätzlich absolvierte er ein Nachdiplomstudium zum Betriebs- sowie zum Wirtschaftsingenieur in St. Gallen und Zürich. Mit seiner großen Praxiserfahrung und seiner umfassenden theoretischen Ausbildung ergänzt er das Führungsteam des Unternehmens.



Die Technologien des Rapid Prototyping und Rapid Manufacturing verkürzen die Zeit von der Entstehung einer Produkt-Idee bis zur Marktreife heute ganz entscheidend. Durch funktionsfähige Prototypen lassen sich Fehler frühzeitig erkennen oder sogar vermeiden, noch bevor sie hohe Kosten verursachen oder die rechtzeitige Markteinführung gefährden. Einzelteile, Kleinserien oder Ersatzteile können schnell und nachfrageorientiert hergestellt, auf Marktschwankungen kann kurzfristig und ohne das Risiko hoher Investitionen reagiert werden. Anwender von Rapid-Prototyping-Technologien steigern somit gleichzeitig die Qualität ihrer Produkte, ihre Innovationskraft und die Ertragskraft.

Im Rapid-Prototyping-Feinguss sind im Wesentlichen vier Qualitätsmerkmale zu beachten: Maßhaltigkeit, Oberflächenqualität, Gefüge und mechanische Festigkeit.

Für alle Verfahren des Metall-Feingießens ist die Herstellung eines ausbrennbaren Urmodells erforderlich. Dafür wählt die in Dornbirn/Vorarlberg, ansässige Firma *Izu1 Prototypen GmbH* standardmäßig aus folgenden drei Verfahren das am besten geeignete aus:

- Stereolithographie (STL)
  Bei diesem Verfahren werden Wachsteile auf dem Weg über Silikonformen erzeugt, wobei das STL-Teil als Urmodell zur Formerstellung dient.
- Selektives Laser Sintern (SLS), Lost-Form Modell – keine Wachsteilerstellung
  Fused Deposition Modeling (FDM), Lost-Form Modell – keine Wachsteilerstellung.
  Seit einigen Monaten kommt zudem ein neues Lost-Form Verfahren, der
- 3D-Druck von Lost-Form-Modellen
  zum Einsatz, bei dem auf die Verwendung eines Wachsmodells verzichtet wird.

Für besondere Aufgabenstellungen werden außerdem

- Sonderverfahren
  entwickelt; dies war beispielsweise bei der Herstellung von Funktionsmodellen von Turbinenschaufeln für MTU notwendig, die im Airbus A380 zum Einsatz kommen.

Verfahren für verlorene Urmodelle

Beim **SLS – Selective Laser Sintering** – kommt für den Metallguss im Wesentlichen Polystyrol als Modellwerkstoff zum Einsatz. Der Modellaufbau erfolgt durch schichtweises Versintern bzw. Verschmelzen von vordeponierten, pulverförmigen Werkstoffschichten mit fokussierter Laserstrahlung unter inerter Atmosphäre.

Izu1 Prototypen fertigt sowohl Polyamid-Modelle für Kunststoff-Prototypen als auch verlorene Polystyrol-Modelle für den Metallguss. Dabei wird für die Werkstoffzufuhr und die Arbeitsplattform ein oben offener Beschichter in Trichterform verwendet. Der Beschichter dient als Pulverreservoir. Zwei unten angebrachte Klingen verteilen das Pulver und sorgen dort für eine ebene Pulverschicht definierter Stärke (0,15 mm). Nachdem eine Pulverschicht aufliegt, wird der Laserstrahl so gesteuert, dass auf der Oberfläche der Pulverschicht ein thermisches Abbild des aktuellen Querschnitts entsteht.

Das unbeeinflusste Pulver unterstützt die jeweils folgende Pulverschicht. So können auch überhängende Strukturen ohne Stützgeometrien gefertigt werden.

Die Relativbewegung zwischen Laserstrahl und Pulverbett erfolgt durch optische Ablenkungssysteme (Scanner), die den Strahl steuern. Anschließend wird das Objekt um eine Schichtstärke abgesenkt, die nächste Pulverlage aufgetragen, aufgeheizt und belichtet. Dieser Prozess wird bis zur Fertigstellung des Objekts wiederholt.

Beim SLS kommen Laserstrahlquellen zum Einsatz, die infrarote Laserstrahlung emittieren. Das zu fertigende Objekt wird vor der Herstellung in zweidimensionale übereinander liegende Querschnitte zerlegt.

FDM – Fused Deposition Modeling beschreibt den Werkstückaufbau durch das Extrudieren eines aufgeschmolzenen, drahtförmigen Ausgangswerkstoffs. Generell sind sämtliche schmelzbaren Werkstoffe verarbeitbar. Auf Grund ihrer geringen Schmelztemperatur werden allerdings überwiegend ABS (Acryl-Butadien-Styrol-Copolymer) und PC (Polycarbonat) eingesetzt. Die hergestellten Modelle dienen der Weiterverarbeitung in Modellausschmelzverfahren, wie zum Beispiel im Feinguss. Für dickwandige Teile besteht in der FDM-Technik die Möglichkeit der Bauteileherstellung im „Sparse"-Hohlwandbaustil. Dabei wird eine ca. 1,5 mm dünne Außenhaut um eine wabenartige Stützkonstruktion aufgebaut. Das spart Zeit und Material und in der weiteren Konsequenz auch Geld.

Der über eine Heizdüse auf Temperaturen geringfügig über die Schmelztemperatur aufgeheizte Werkstoff wird auf eine Trägerplatte bzw. auf die zuletzt erzeugte Schicht aufgetragen. Anschließend erfolgt ein Absenken der Trägerplattform zum Auftragen der nächsten Schicht.

Zwei Heizdüsen mit jeweils unterschiedlichen Drahtrollen dienen zur Generierung des Modells. Die eine Rolle sorgt für das Auftragen des Stützmaterials, die andere unterstützt den eigentlichen Aufbau des Urmodells. Die Stützgeometrie wird in Folge in einem biologisch abbaubaren Wasserbad mit Ultraschall entfernt.

Das neue **Lost-Form-Verfahren** basiert auf dem 3D-Druck von ausbrennbaren Kunststoffformen.

Bestechend bei diesem Verfahren von *Izu1 Prototypen* ist die Kombination von hoher Maßgenauigkeit und Oberflächenqualität bei geringem Zeitaufwand. Möglich wurde dieser Qualitätssprung durch die Verwendung neuartiger Kunststoffe für die Erstellung des Gießmodells. Dabei wird auf den Zwischenschritt der Erzeugung einer Silikonform aus einem Urmodell verzichtet und sogleich in einem hochgenauen Verfahren ein Verlorenes Modell aufgebaut. Dieses wird in keramisches Material gebettet und sodann ausgebrannt. Schließlich wird Metall in den so entstandenen Hohlraum eingegossen. Nach dem Entfernen des Keramikmantels ist der Prototyp fertig.

Im Wesentlichen wurde zu Beginn der RP-Techniken mit so genannten Quick-Cast-Stereolithografie-Teilen gearbeitet; diese waren sehr teuer und wurden nur für die Herstellung von Einzelteilen eingesetzt. Heute werden diese Quick-Cast-Stereolithografie-Teile weitgehend durch Lost-Form-Modelle ersetzt. Dies bietet die Möglichkeit, auch größere Stückzahlen – etwa 5 bis 20 – genau und mit schöner Oberfläche herzustellen.

Fertigungsdauer für Urmodelle

Ein SLS- oder FDM-Modell lässt sich im Allgemeinen in 2 bis 4 Tagen herstellen.

Mit dem neuen Lost-Form-Verfahren kann – in Abhängigkeit von der Größe der Teile – die gesamte Wunschstückzahl in einem einzigen Prozess gefertigt werden; das verkürzt speziell bei Kleinserienteilen die Herstellungszeit enorm, und zwar auf etwa 6 bis 10 Tage (Abguss eingeschlossen!).

Geometrie/Maßhaltigkeit

Beim Selektiven Lasersintern sind Toleranzen von VDG P690 A2 bis A3 erzielbar.

Mit FDM lassen sich Schichtdicken von 0,254 mm sowie minimale Wandstärken bis 0,5 mm realisieren.

Bei dem neuen 3D-Druck-Lost-Form-Verfahren werden die Teile stufenweise in Schichten von 0,05 mm mit 300 dpi gedruckt. Die Maßhaltigkeit ist hoch: *1zu1 Prototypen* garantiert eine Halbierung der

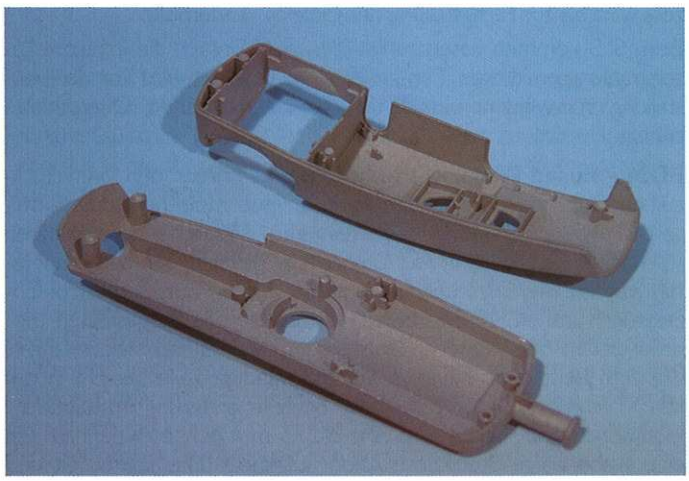


Bild 1: Magnesium-Guss-Modell (Mg Az91) eines Headset mit feinsten Stegen; Wandstärke bis 1,5 mm, feine Details wie Stege mit Dicken von weniger als 1 mm.

Feingiesstoleranz nach VDG P690 A3! Mit diesem Verfahren können selbst feine Stege von etwa 1 mm Stärke erzeugt werden (**Bild 1**). Der wesentliche Grund für die hohe Genauigkeit dieses Verfahrens ist der dünne Schichtaufbau, der Wegfall der für die Wachsmodelle notwendigen Silikonform und des Modellwachses. Dadurch entfallen die durch Volumsveränderungen bei Erwärmung bzw. Abkühlung bedingten Ursachen für Schwindungen.

Toleranzreihen für Gusswerkstoffe

Verschiedene Werkstoffe ergeben unterschiedliche Streubreiten der Toleranzfelder. Deshalb gelten in **Tabelle 1** die Genauigkeitsgrade A1 bis A3 für die Werkstoffe Aluminium und Magnesium.

Zur Erzielung genauer Maße und Funktionsflächen empfiehlt *1zu1 Prototypen* die Nachbearbeitung mit Werkzeugmaschinen. Dazu ist bei allen Metallgussverfahren eine vorherige Aufmaßkonstruktion am Urmodell erforderlich.

Bei der Herstellung eines Feingussteiles sind mehrere Schwindungen zu berücksichtigen: es summieren sich Urmodellschwindung, Wachsteilschwindung, Keramikschwindung und Metallgussteilschwindung. Schwindungen sind also in jedem Fall zu beachten und beim verlorenen Modell einzurechnen.

Bei der Metallgussschwindung sind drei verschiedene Formen zu unterscheiden:

- Flüssige Schrumpfung: Diese zuerst einsetzende Schrumpfung ist trotz ihrer Größe ohne Belange, weil sie praktisch innerhalb des Eingusssystems nach der Wirkung der kommunizierenden Röhren ausgeglichen wird.
- Erstarrungs-Schrumpfung: Diese Phase muss besonders vom Gießer beherrscht werden. Hier können sonst bei ungenügender Speisung an Wanddickenanhäufungen Lunker (Schwindungshohlräume) entstehen. Durch gießtechnische Maßnahmen muss der Gießer dafür sorgen, dass die Lunker außerhalb des Gussteils liegen.
- Feste Schwindung: Diese Form der Schwindung setzt nach der Erstarrung ein und dauert bis zur Abkühlung auf Raumtemperatur.

Die für den Modellbauer wichtige Schwindung ist die feste Schwindung.

Die Summe sämtlicher Schwankungen ergibt die Toleranz. Laut VDG P 690 können diese von linearen Toleranzen über Wanddickentoleranzen und Form- und Lagetoleranzen bis hin zu Winkeltoleranzen reichen.

Oberflächenqualität

Beim Vakuum-Differenzdruck-Verfahren (VDD) ist die erzielbare Oberflächenqualität abhängig vom Urmodell und von der Fertigungskette Urmodell-Silikonform-Wachsteile-Keramische Einbettmasse bzw. der Oberflächenbeschaffenheit der Lost-Form-Modelle. Je kleiner die Körnung der Keramikmasse ist, desto glatter ist die erzielbare Oberfläche. In der Fertigungskette ist eine Erodierstruktur von Ref.24 nach Frischherz *) (entspricht ca. Ra 1,6 µm bzw. N7) erreichbar.

Da beim SLS-Verfahren mit Bauschichten von 0,15 mm im Urmodell gearbeitet wird, sind die Oberflächen entsprechend rau. Auch beim FDM-Verfahren sind die Oberflächen auf Grund der großen Baustufung (0,254 mm) grob. Bei diesen Oberflächen ist häufig eine mecha-

Tabelle 1

Gießtechniken mit erreichbaren Oberflächenqualitäten (Erodierstruktur, Mittenrauwert Ra und Rauheitskennzahl) *)

Sandguss												
Formmaskenguss												
Kokillenguss												
Druckguss												
Feinguss												
Vakuum-Differenzdruck-Verfahren												
Erodierstruktur nach VDI 3400 (Ra)	12	15	18	21	24	27	30	3	36	39	42	45
Mittenrauwert Ra (µm)	0,4	0,56	0,8	1,12	1,6	2,24	3,15	4,5	6,3	9	12,5	18
Rauheitskennzahl	N4	N5	N6		N7		N8		N9		N10	

*) Vgl. A. Frischherz, et.al., Tabellenbuch für Metalltechnik, 2. Aufl., Wien 1988, S. 76

nische Glättung erforderlich. Dagegen sind die durch das neue 3D-Druck-Lost-Form-Verfahren erzielbaren Oberflächen sehr fein strukturiert und lassen sich gut polieren; die Oberflächengüten entsprechen annähernd jenen von Serien-Druckgussteilen.

Werkstückgrößen

Izu1 Prototypen fertigt Prototypen in folgenden Dimensionen:

Beim VDD-Verfahren werden einzelne Werkstücke von 400 x 280 x 150 mm Größe möglich. Mit SLS-Verfahren lassen sich in einem Arbeitsgang Werkstücke in dieser Größe herstellen. Für die FDM-Methode steht *Izu1 Prototypen* eine Anlage mit einem Bauraum von 600x500x600 mm zur Verfügung. Größere Bauteile sind durch Fügen und Kaltschweißen herstellbar. Das neue Lost-Form-Verfahren wird für bis zu handflächengroße Teile angewandt; auch hier lassen sich größere Komponenten problemlos zusammensetzen.

Die Losgrößen

Das VDD-Verfahren eignet sich hervorragend für Einzel- und Kleinserienfertigung. Wird auf Basis von SLS gearbeitet, lassen sich 1 bis 20 Stück erzeugen. Auf Basis von FDM-generierten Urmodellen werden ein bis drei Teile hergestellt. Das neue Lost-Form-Verfahren ist bei kleinen Teilen und Kleinststückzahlen besonders kostengünstig. *Izu1 Prototypen* erzeugt in diesem Verfahren Modelle und Kleinserien bis zu 20 Stück – in Ausnahmefällen bis zu 500 Stück.

Werkstoffeigenschaften

Die Werkstoffeigenschaften sind über die Werkstoffnormen/Werkstoffleistungsblätter vorgegeben. (Härte, Zugfestigkeit, Streckgrenze, Dehnung etc.)

Gussmaterialien

In allen von *Izu1 Prototypen* angewandten Verfahren lassen sich grundsätzlich alle Metalle verwenden, die bis 1300°C induktiv schmelzbar sind. *Izu1 Prototypen* verarbeitet Aluminium-, Zink- und Mangnesium-Legierungen.

Die Festigkeitswerte jener Standardlegierungen, die im VDD-Verfahren verwendet werden, liegen im Bereich Sandguss und Kokillenguss.

Produktionsdauer

Die bei *Izu1 Prototypen* angewendeten Verfahren liefern in einem Zeitraum von 1 bis 3 Produktionswochen die gewünschten Ergebnisse.

So gilt z.B. für im VDD-Verfahren gefertigte Module: ein Wachsteil pro Silikonform und Tag (je nach Bauteilegeometrie sind bis zu zwei Wachsteilabgüsse pro Tag in einer Silikonform möglich).

Die Produktionsverfahren



Bild 2: Die Produktionsverfahren

Standardmäßig setzt *Izu1 Prototypen* für die Herstellung von Metall-Prototypen das Vakuum Differenzdruck Verfahren (VDD) ein.

Der Prozess läuft rechnergesteuert ab, wobei die Prototypen ähnlich wie beim Feingießen in keramische "Küvetten„ gegossen werden. Das Verfahren dient insbesondere der Herstellung von Funktions- und Designprototypen.

Ein Beispiel der Verfahrenskette zeigt die **Bildserie 3 a bis d** für die Erstellung eines Prototyp-Modells eines elektronisch steuerbaren Saugregelmoduls für Schraubenkompressoren. Das Erstteil konnte in 2 1/2 Wochen, neun weitere Stück aus G-AlSi10Mg in Druckgussqualität konnten nach 5 Wochen geliefert werden.

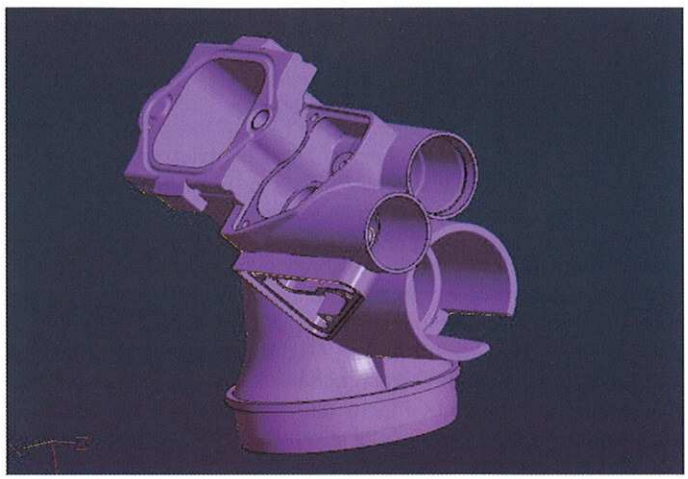


Bild 3a: CAD-Modell eines elektronisch geregelten Saugregelmoduls für Schraubenkompressoren.



Bild 3b: Wachsmodell mit keramischem Kern, hergestellt über eine Silikonform, die ihrerseits mittels eines Stereolithographie-Teils erzeugt wurde.



Bild 3c: VDD-Guss, ausgehend von einem ausschmelzbaren FDM-Modell.



Bild 3d: Metallgussteil, fertig mechanisch bearbeitet.

Das Vakuum Differenzdruck Verfahren (VDD) ist dem Feingießen und dem Gipsformverfahren zuzuordnen. Zunächst werden die ausschmelzbaren Urmodelle direkt an den Wachsbaum „angelötet". Danach beginnt das Umgießen des Wachsbaumes mit Einbettmasse. Die Követte wird unter Vakuum blasenfrei mit der fertigen Einbettmasse aufgefüllt. Einrühr-, Misch- und Entgasungsprozesse erfolgen automatisch. Es folgt das Ausschmelzen des Wachses und das Brennen der Einbettmasse. Der Brennvorgang dauert zwischen einem Tag und zwei Tagen.

Nun kommt es zum Metallguss. Am Beginn steht das Anflanschen der Küvette an den Induktionsofen, in dem das Metall geschmolzen wird. Der ganze Gießprozess verläuft unter Vakuum vollautomatisch ab. In einem Grafittiegel wird das Metall unter Vakuum (bei vakuumempfindlichen Teilen unter Schutzgas) aufgeschmolzen und bei exakt eingestellter Gießtemperatur unter Vakuum (bzw. Schutzgas) vergossen.

Auch die Küvette befindet sich im Vakuum. Nach Einsetzen der Küvette in die Gießkammer wird die gesamte Vakuumkammer mit dem Gieß-Modul evakuiert. Die Küvette wird durch einen Sicherheitsschieber und die Stopfenstange tiegelseitig abgesperrt. Das auf den Hohlraum abgestimmte Gießmetall wird aufgeschmolzen, in die Küvette gefüllt und mit gesteuertem (Differenz-) Druck vergossen. Nach Öffnen des Schiebers und der Stopfenstange kann das geschmolzene Metall durch Schwerkraft und spezifische Druckverhältnisse zwischen Schmelz- und Gießkammer die Kavität ausfüllen. Nach erfolgter Formfüllung wird ein Nachdruck auf das Schmelzereservoir bis zu 1,5 bar aufgegeben. Beim Schmelzen der Metalle, sowie beim Nachdrücken können auch inerte Gase eingesetzt werden. Die zusätzliche Druckkomponente hat ähnliche Auswirkungen auf die Schmelze wie die Zentrifugalkraft beim Schleudergussverfahren. Die Druckbeaufschlagung ermöglicht ein Erstarren des Bauteils ohne Speiser.

Die Metallteile werden anschließend mit einem Hochdruck-Wasserstrahl in einer spritzwasserdichten Einrichtung aus der Einbettmasse ausgewaschen und die Teile vom Baum abgesägt. Die Sägestellen werden händisch nachbearbeitet oder im Zuge einer mechanischen Nachbearbeitung entfernt. *1zu1 Prototypen* führt die mechanische Nachbearbeitung der Gießteile auf einer Fünf-Achs-Fräsmaschine und auf CNC-Drehmaschinen durch.

Sonderverfahren für besondere Aufgaben

Für besondere Aufgaben werden von *1zu1 Prototypen* auch andere Verfahren entwickelt und angewandt. Dies war etwa zur Herstellung von Prototyp-Turbinenschaufeln (**Bilder 5 a bis b**) für die Triebwerke des Airbus A 380 im Auftrag der MTU Aero Engines der Fall. Im Prüfstandsbetrieb sollten bei 1700 UpM bisher noch nicht erreichte Wirkungsgrade für den Niederdruckbereich dieser neuartigen Gasturbine vom Typ GP7000 nachgewiesen werden, was mit extremen thermischen und mechanischen Beanspruchungen verbunden ist und höchste Anforderungen an die Prototypen-Module stellt. So waren Toleranzen sowohl im Profil als auch in den einzelnen Abmessungen zwischen den Schaufeln gefordert, die vollkommen neue Überlegungen und Fertigungstechnologien erforderten.

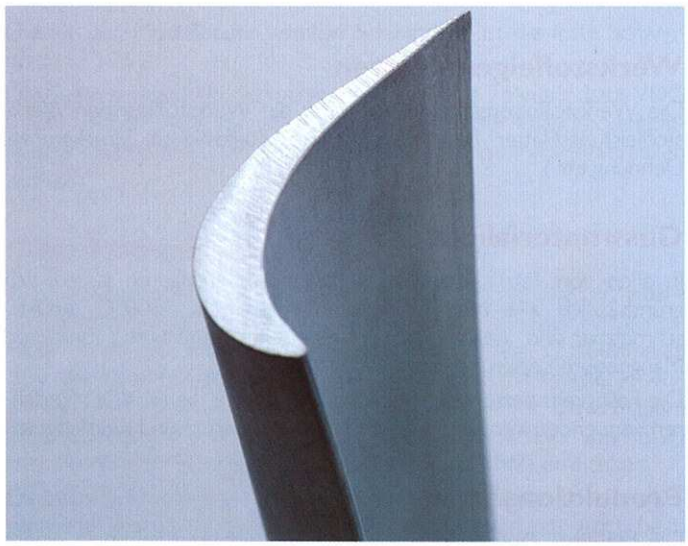


Bild 5a: Profilschnitt einer Laufschaufel mit Querschnittsunterschieden von 10 bis 0,8 mm (Triebwerk GP7000 des Airbus A 380).



Bild 5b: Laufschaufeln des Airbus A 380 Triebwerkes GP7000.

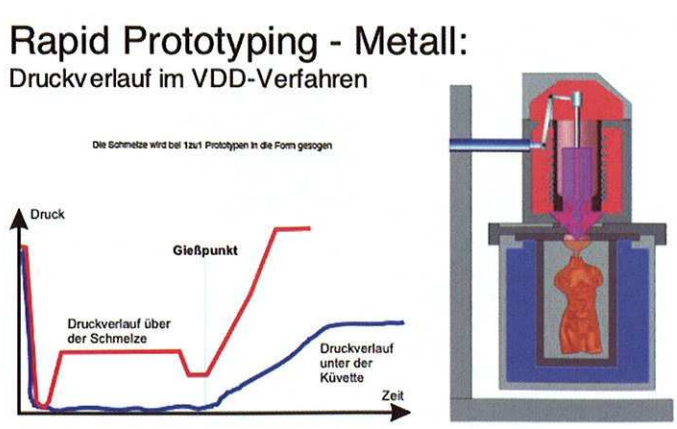


Bild 4: Schematische Darstellung des Vakuum-Differenzdruck-Verfahrens.

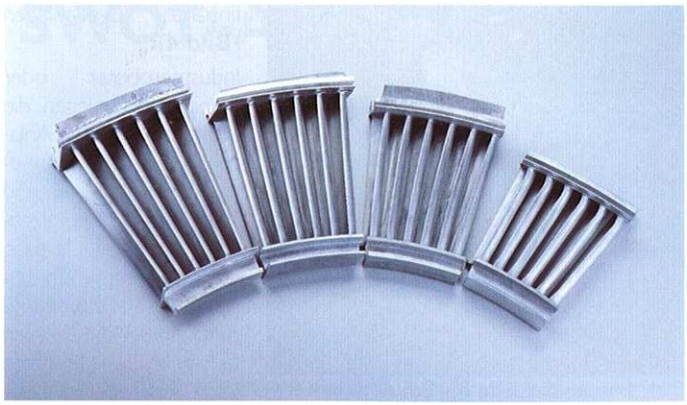


Bild 5c: Leitschaufelsegemente des Triebwerkes GP7000 des A 380.

Das komplexe Gesamtprojekt umfasste die Herstellung von je vier Stufen an Leit- und Laufschaufeln. Die insgesamt rund 600 Einzelwerkstücke wurden etappenweise in der verlangten Durchlaufzeit von nur sieben Monaten realisiert – eine im Vergleich zum bisherigen Verfahrensweg erhebliche Zeitreduktion. Alle Bauteile waren aus hochfestem Aluminium und nachträglich wärmebehandelt worden, um die gestellten hohen Anforderungen an die Festigkeit zu erfüllen. Die Turbine für den aerodynamischen Versuch wurde auf dem Prüfstand zwar bei Drehzahlen der Original-Turbine, jedoch mit niedrigen Temperaturen von maximal 200 °C betrieben, so dass die Prototyp-Aluminium-Schaufeln den Temperaturen standhalten konnten.

Daher musste der übliche Weg verlassen und ein neues Verfahren der Urmodell- und Wachsteileherstellung in einem Pilotprojekt entwickelt werden. Innerhalb eines Monats konnte der Beweis der erreichbaren Genauigkeit durch *1zu1 Prototypen GmbH* erbracht werden. Der neue Verfahrensweg wurde mit dem Kunden abgesprochen und intern dokumentiert.

Abgesehen von der verlangten Maßhaltigkeit wurden besondere Anforderungen an das Mikrogefüge gestellt, wie geringe Anzahl von Gasporen und Einschlüssen sowie der Nachweis der entsprechenden Gussqualität gefordert.

1zu1 Prototypen GmbH geht 1zu1 auf Kundenwünsche ein

Alle Aufträge, welche das Dornbirner Unternehmen *1zu1 Prototypen GmbH* annimmt, werden mit der geradezu sprichwörtlichen alemannischen Akribie durchgeführt. Oberstes Ziel ist es, die Produktionsverfahren und Materialien an die jeweilige Zielsetzung – Funktionalität, Optik, kurze Lieferfrist, fairer Preis – anzupassen, um damit 1zu1 die Wünsche und Vorgaben der Kunden zu erfüllen.

Kontaktadresse:
1zu1 Prototypen GmbH
A-6850 Dornbirn, Färbergasse 15,
Tel.: +43 (0)5572 52946-0, Fax: +43 (0)5572 52946-15,
ISDN: +43 (0)5572 52946-21
E-Mail: info@1zu1prototypen.com

Kokillenguss hat Zukunft – ein bewährtes Gießverfahren innovativ nutzen*)

Gravity Die Casting is a Future Technology – a well prooved Casting Process for innovative Use



Dipl.-Ing. Egon Neuwirth, Absolvent der HTL für Maschinenbau und Hüttentechnik in Leoben. Von 1987 bis 1994 Mitarbeiter in der Produktion, Werkstoff- und Gießereientwicklung bei der AUSTRIA METALL AG. Seit 1994 bei GEORG FISCHER, beginnend mit Produktentwicklung und technischer Arbeitsvorbereitung bis zur Profitcenterleitung Kokillenguss im Jahr 2000. Seit 2002 Geschäftsführer der Georg Fischer Kokillenguss GmbH in Herzogenburg.

Leichtmetalle in Stahlformen (Kokillen) zu gießen hat sich seit Jahrzehnten bewährt. Spezialisten von Georg Fischer haben das Gießverfahren so weit perfektioniert, dass damit ein breites Spektrum schwieriger Bauteile für Fahrzeuge in großen Serien prozesssicher hergestellt werden kann. Zu dieser Renaissance des Kokillengießens haben einige spezielle Verfahrensvorteile beigetragen.

Konstrukteure wählen die Fertigungsverfahren für die von ihnen entwickelten Bauteile nach einer Vielzahl unterschiedlicher Kriterien. Bei Bauteilen in großen Serien haben Urformverfahren wie das Kokillengießen wirtschaftliche Vorteile. Allerdings bestehen nach wie vor immer wieder Zweifel, ob man mit gegossenen Bauteilen auch die geforderten Eigenschaften erreicht. Beispiele zeigen jedoch, dass aufgrund des technischen Fortschritts in der Gießereitechnik diese Zweifel unbegründet sind; besonders beim Kokillengießen, das sich bestens für hoch beanspruchbare Teile des Fahrzeugbaus eignet.

Ein wesentlicher Vorteil des Kokillengießens besteht in der nahezu unbegrenzten Gestaltungsfreiheit. Da die Schmelze durch die Schwerkraft in die Gießform fließt, kann man mit Kokillen und Sandkernen Gussteile mit beliebigen Konturen herstellen. So lassen sich auch schwierige Hohlkörper mit definierten Innenkonturen, wie Versteifungsrippen, gut gießen. Auch extreme Unterschiede in der Wanddicke und geschlossene Hohlprofile sind möglich. Das Verfahren unterliegt praktisch keinen Einschränkungen. Diese Freiheit in der Gestaltung nutzten die Gießer der Georg Fischer Kokillenguss GmbH unter anderem für den Gussknoten des Hilfsrahmens des neuen Fünfers von BMW (**Bild 1**). Der Gussknoten verbindet mehrere Bauteile der hinteren Fahrzeugachse. Als Integralbauteil ersetzt er einen ehemals aus mehreren Einzelteilen geschweißten Knoten.

Damit das Gussteil möglichst leicht wird, wurde dessen Wanddicke in Zusammenarbeit mit den Konstrukteuren des Fahrzeugherstellers



Bild 1: Gussknoten für den Hilfsrahmen der Hinterachse des neuen Fünfers von BMW.

*) Nachdruck mit Zustimmung von Autor und Redaktion aus Giesserei 91(2004) Nr. 8, S. 82/85.

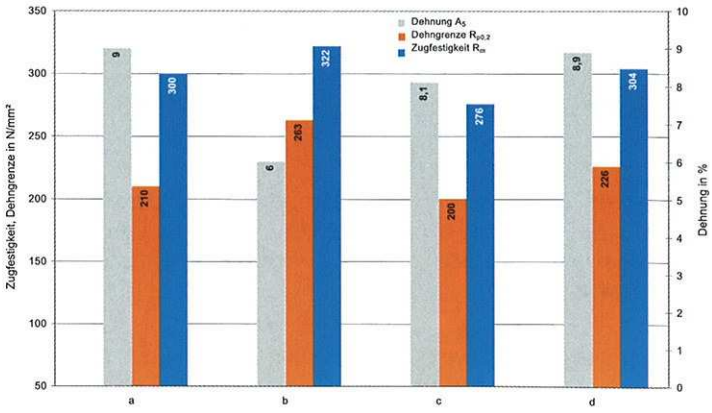


Bild 2: Eigenschaften unterschiedlicher Probestäbe aus EN AC-AlSi7Mg0,3 (T6)
a) Probestab aus der Serienfertigung bei Georg Fischer; b) Probestab aus einem Kokillengießversuch; c) Probestab aus einem im Coba-Press-Verfahren hergestellten Gussteil; d) Probestab aus einem durch Squeeze-Casting hergestellten Bauteil.

minimiert. Durch die nahezu unbegrenzte Gestaltungsfreiheit beim Gießen gelang es, die Form und die Geometrie der Knoten den realen Beanspruchungen anzupassen. So gehen runde Hohlformen, die zum Anschweißen der Knoten an die Achsrohre dienen, in elliptische und nahezu rechteckige Hohlformen mit Augen sowie in vollgegossene Stege über.

Bauteile für Fahrwerke sind in der Regel dynamisch hoch beansprucht. Und sie müssen über einen langen Zeitraum ihre Funktion erfüllen, ohne Schaden zu nehmen. Um dies zu gewährleisten, kommt für den Gussknoten die Leichtmetall-Legierung AlSi7Mg0,3 nach DIN EN 1706 zum Einsatz. Durch die gegenüber der Norm eingeschränkten Legierungsbestandteile und eine Wärmebehandlung erhält man eine gute Duktilität, eine hohe Bruchdehnung und eine erhöhte Steifigkeit der Gussteile (**Bild 2**). Darüber hinaus sind sie gut schweißbar. So kann sie der Fahrzeughersteller in automatisierten Anlagen prozesssicher und wirtschaftlich mit den Achsrohren verbinden.

Damit die Schmelze problemlos in alle Bereiche der Kokille fließt, wurde das Angusssystem mit Hilfe umfassender Berechnungen und Simulationen (**Bild 3**) optimiert. Dies führt zu einer laminaren Formfüllung, die Lufteinschlüsse und Lunker verhindert. Die in Zusammenarbeit mit dem Kunden verbesserte Geometrie der Gussteile und die Konstruktion der Kokillen führt zu einer gleichmäßigen Abkühlung der Werkstücke. Damit sind eine gleichbleibende Qualität und gleichmäßige Werkstoffeigenschaften gewährleistet. Die so hergestellten Gussstücke eignen sich daher besonders gut für hoch beanspruchbare Sicherheitsbauteile im Fahrwerk von Kraftfahrzeugen.

Ein weiterer Vorteil des Kokillengießens ist die heute nahezu vollständige Automatisierung fast aller Arbeitsabläufe vor, während und nach dem Gießen. So werden die Kokillen automatisch vorbereitet, abgegossen und wieder nachbereitet. Dazu gehören das Entformen der Gussteile, das Ausblasen der Stahlform für den nächsten Gießvorgang und das Einsetzen der Sandkerne. Dies geschieht auf automatisierten, bei Georg Fischer entwickelten Gießkarussellen oder auf

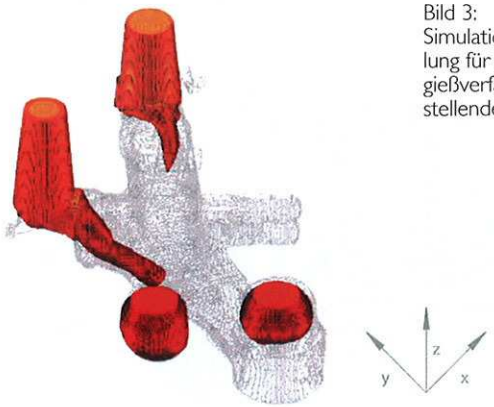


Bild 3:
Simulation der Formfüllung für den im Kokillengießverfahren herzustellenden Gussknoten.



Bild 4: Automatisierte Gießanlage zur Fertigung in großen Serien.

linearen Gießanlagen (**Bild 4**).

Industrieroboter oder Manipulatoren legen die auf automatisierten Anlagen hergestellten Sandkerne in die Kokillen und füllen sie mit der flüssigen Schmelze. Ebenso entnehmen sie den abgekühlten und geöffneten Kokillen die fertigen Gussteile. Diese gelangen dann mit Hilfe von Robotern bzw. Transportbändern zu entsprechenden Einrichtungen zum Entfernen der Kerne sowie zum Absägen der Angüsse, zum Entgraten und zum Verputzen.



Bild 5: Dokumentation der Fertigungsqualität durch Röntgenprüfungen und Sichtkontrollen geschulter Mitarbeiter.

Nach der Wärmebehandlung der Gussknoten folgt die Qualitätsprüfung durch Röntgen auf Poren, Lunker und Sandeinschlüsse. Zusätzlich prüfen Mitarbeiter sämtliche Gussteile zum einen mit Hilfe fluoreszierender Flüssigkeiten, zum anderen rein visuell auf Risse und andere optisch erkennbare Fehler (**Bild 5**). So werden lückenlos sämtliche Gussteile geprüft und die Ergebnisse dokumentiert. Dies ist insbesondere für eine durchgängige Qualitätssicherung im Fahrzeugbau entscheidend.

Durch die vollständige Automatisierung der Abläufe in der Gießerei (**Bild 6**) lassen sich Serien mit über einer Million Gussteilen jährlich wirtschaftlich produzieren.



Bild 6: Automatisierte Rohguss-Bearbeitung mit Hilfe von Industrie-Robotern.

Wegen dieser umfassenden Vorteile des Kokillengießens sollten Konstrukteure bei der Konzeption von Fahrwerkskomponenten bereits frühzeitig mit den Gießereifachleuten zusammenarbeiten. Konstrukteure werden dann merken, dass das Kokillengießen sie von vielen Restriktionen frei macht.

Gegenüber anderen Fertigungsverfahren ergibt sich daraus oft eine technisch und wirtschaftlich günstigere Produktion der Komponenten, besonders bei den im Automobilbau üblichen großen Serien.

Kontaktadresse:
Georg Fischer Kokillenguss GmbH, A-130 Herzogenburg
Wiener Straße 41 bis 43,Tel.: +43 (0)2782 800 0
Fax: +43 (0)2782 832 09
E-Mail: e.neuwirth@he.automotive.georgfischer.com

SWOT–Analyse der Türkischen Gießereiindustrie*)

SWOT Analysis of Turkish Foundry Industry



Dr. F. Can Akbasoglu, nach Metallurgiestudium an der London Brunel University Promotion an der Metallurgischen Fakultät der Oxford University und Militärdienst in der türkischen Armee als Protokolloffizier. 1989 Eintritt als Geschäftsführer in das Familienunternehmen AKMETAL Iron and Steel Foundry in Istanbul. Seit 1993 Mitglied des Vorstandes der Turkish Foundrymen`s Association und seit 1996 deren Präsident.

Der Beitrag gibt einen Einblick in die Entwicklung und in den gegenwärtigen Stand der Gießereiindustrie der Türkei und schließt mit einer SWOT – Analyse*).

Geschichtliche Entwicklung der türkischen Gießereien

Gießereien und Gussstücke sind für die Türkei nichts Neues. Die Geschichte des ersten Bronze- und Eisengusses geht auf rd. 3.500 v. Chr. zurück, wie archeologische Funde von Statuen und Waffen aus Ausgrabungen im alten Troja, in asurischen und hetitischen Gräberfeldern in Anatolien zeigen. Dieses Erbe ging dann auf die späteren Bewohner dieser Landstriche, die Römer, Byzantiner, Seldschuken und Osmanen über.

Bei den im Mittelalter und in der Neuzeit hergestellten Gussstücken handelte es sich hauptsächlich um Statuen und militärisches Gerät. Besonders hervorzuheben sind die schweren Kanonen, die bei der Belagerung von Istanbul 1453 zum Einsatz kamen.

Mit der osmanischen Industrialisierung begann im 19. Jahrhundert eine neue Ära, um mit der westlichen Welt mithalten zu können.

In dieser Zeit wurden neue Gießereien für militärisches Gerät, für Öfen und Rohre für den Sanitärbereich gebaut.

Diese Industrialisierungswelle wurde mit der Errichtung der Republik im 20. Jhdt. fortgesetzt, wobei die wesentlichen Investitionen vom Staat getragen wurden. Seit rd. 50 Jahren wird auch privates Kapital in den Gießereisektor investiert und es wurden Einrichtungen geschaffen, mit denen die türkischen Gießereien heute wettbewerbsfähig sind.

Heutige Trends in türkischen Gießereien

Die **Bilder 1** und **2** geben einen Einblick in die Entwicklung der türkischen Gießereiindustie von 1977 bis 2003.

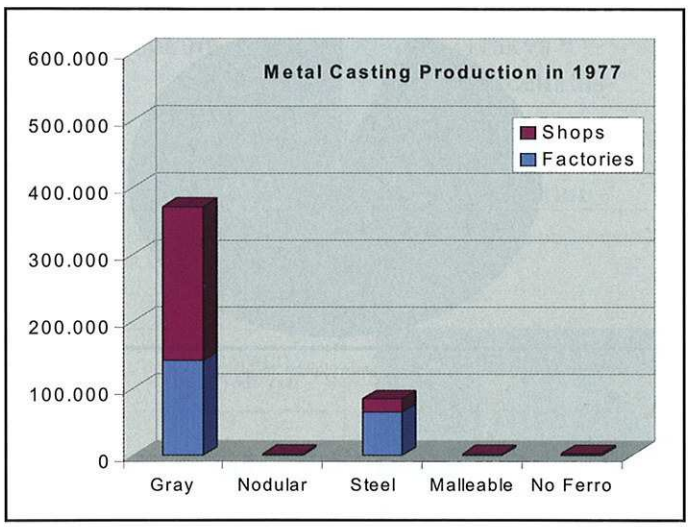


Bild 1: Gussproduktion im Jahre 1977

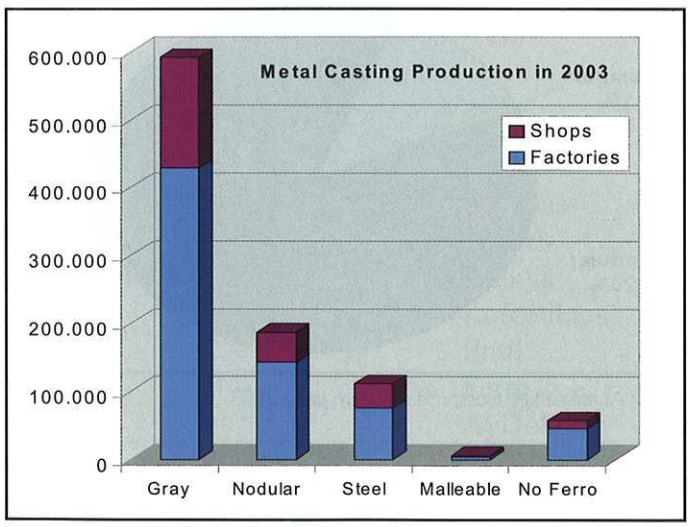


Bild 2: Gussproduktion im Jahre 2003

Während 1977 noch 62 % des Graugusses von kleinen Gießereien hergestellt wurden, beträgt dieser Anteil 2003 nur noch 27 %. Der größere Rest wird heute von den großen Gießereiunternehmen produziert. Gab es 1977 noch 684 kleinere Gießereien, die 80 % der Gesamtzahl ausmachten, so ist diese Anzahl 2003 auf 511 zurückgefallen und bezieht sich nur mehr auf 56 % aller Betriebe. Die türkische Gießereiindustrie wird in ihrer Entwicklungs- und Expansionsphase von der großen Nachfrage am heimischen Markt und von ihrem Exportpotenzial getragen.

Gegossene Werkstoffe

Die **Bilder 3** und **4** zeigen die Veränderungen der Gusswerkstoffe von 1960 bis heute. Gusseisen mit Kugelgrafit und Aluminium nahmen deutlich zu. Zusätzlich zu den Einrichtungsinvestitionen hat der Gießereisektor schwerpunktsmäßig in Mitarbeiterausbildung sowie Forschung und Entwicklung investiert und damit die Qualität seiner Produkte erhöht. Viele Gießereien sind heute nach ISO 9002, die größeren auch nach ISO EN 16949 und QS 9000 zertifiziert.

Produktionssteigerung

Bild 5 zeigt, dass die Türkei gegen Ende des Jahrhunderts zu einem der größeren Gusslieferanten für Europa geworden ist. Während die

*) Mit freundlicher Genehmigung des Autors überarbeitete Fassung seines Vorgetrages auf dem 66. World Foundry Congress, 6./9.Sept. 2004, Istanbul, Türkei. Proceedings Vol. 2, S. 1567/77.
(SWOT: S Strenghts / Stärken – W Weaknesses / Schwächen – O Opportunities / Aussichten – T Threats / Gefahren).
Bearbeitung: E. Nechtelberger.

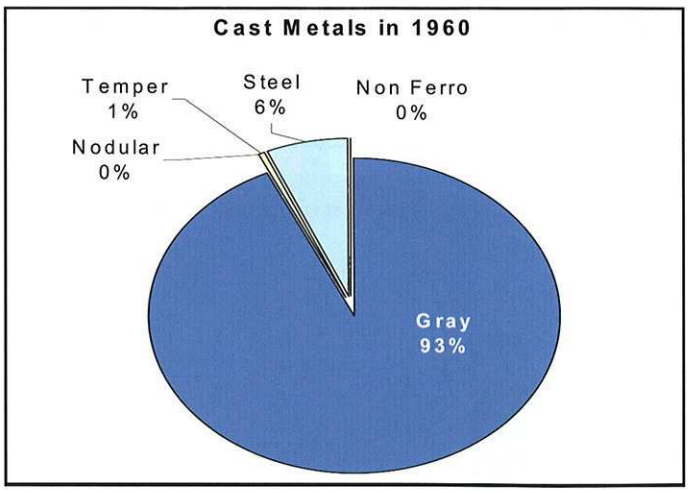


Bild 3: Anteilmäßige Gussproduktion im Jahre 1960

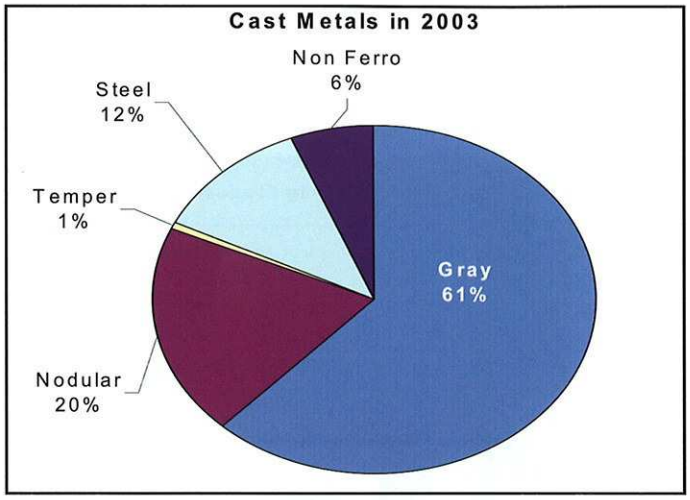


Bild 4: Anteilmäßige Gussproduktion im Jahre 2003

Gussproduktion in Europa zwischen 1970 und 1995 um 7,8 % gestiegen ist, ist sie in der Türkei um über 250 % gewachsen. Die für 1970 mit 217.000 t ausgewiesene Gussproduktion erreichte 1995 rd. 800.000 t. Die Türkei erreichte damit 1,5 % der Weltgussproduktion bzw, 3,5 % der europäischen Produktion und liegt mit diesem Ergebnis an 14. bzw. 6. Stelle.

Der größte Produktionsanstieg wurde mit 115 % in den frühen 70-er Jahren erreicht, verlangsamte aber wieder in den 80-er Jahren. Die Energiekrise, mangelnde Kreditwürdigkeit der Türkei, Probleme beim Rohstoffimport und Streiks im Lande waren dafür verantwortlich.

Von 1980 bis 1990 betrugen die Produktionszuwächse im Mittel nur mehr 57 %.

Mit Hilfe von Modernisierungs- und Kapazitätserweiterungsinvestitionen sowie durch Anpassung an die Erfordernisse der Exportmärkte sind seit 1990 wieder deutliche Produktionssteigerungen zu verzeichnen. Am Gießereisektor liegt die Kapazitätsauslastung sogar über dem industriellen Mittelwert.

Exporte

Bild 6 zeigt den Verlauf der Exportentwicklung in den zurückliegenden Jahren.

Dabei ist der Anstieg der Exporte deutlich höher als der der Produktion. Insbesondere zwischen 1990 und 1995 haben sich die Exporte mehr als verdreifacht.

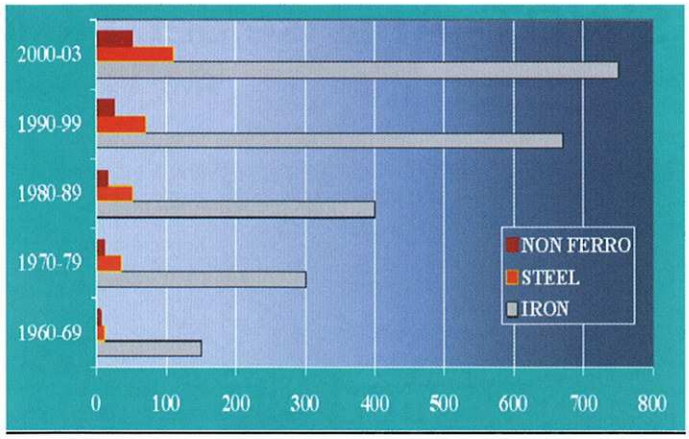


Bild 5: Guss-Produktionsentwicklung im Laufe der Jahre

Für diese rasche Exportentwicklung sind eine Reihe von Faktoren verantwortlich:

Die steigende Nachfrage nach Gussprodukten am Inlandsmarkt und die Regierungspolitik in den Jahren von 1980 bis 1990 ermutigte viele Unternehmer zu Investitionen am Gießereisektor. Der Vorteil geringerer Arbeitskosten erschloss den türkischen Gießereien den Zugang zum Weltmarkt. Gussprodukte zu günstigen Preisen in Verbindung mit Serviceleistungen, Simultaneous Engineering, Wertanalysen, Just-in-time-Lieferung, Bereitschaft zu schnellen Modellkorrekturen, Flexibilität, hergestellt mit neuester Technologie und in zuverlässiger Qualität sind maßgebende Faktoren der türkischen Gießereien, um sich am Weltmarkt des 21. Jahrhunderts zu behaupten.

Wie **Bild 7** erkennen lässt, ist auch für die türkische Gießereiindustrie – wie in anderen Ländern – der Automotive Sektor einer der Hauptkunden.

Viele der weltweit produzierenden Fahrzeughersteller haben Niederlassungen in der Türkei und übernehmen rd. 70 % der Gussproduktion des Landes. Daneben nimmt eine starke Traktorindustrie rd. 50.000 t Eisenguss auf.

Die Zulieferungen zur Fahrzeugindustrie sichern einen beständigen und gesunden Exportmarkt. Viele der größeren Gießereien exportieren rd. die Hälfte ihrer Produktion, einige sogar bis zu 95 %.

Die Kapazitätsverteilung der Eisengießereien und ihre größten Vertreter sind aus den **Bildern 8** und **9** ersichtlich. Für die Stahlgießereien geben die **Bilder 10** und **11** Auskunft.

Die Türkische Regierung ist um eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für den Export bemüht. Im Mai d.J. konnte die Einparteienregierung eine stabile Wirtschaftssituation mit einer nach 35 Jahren erstmals erzielten einstelligen Inflationsrate erreichen.

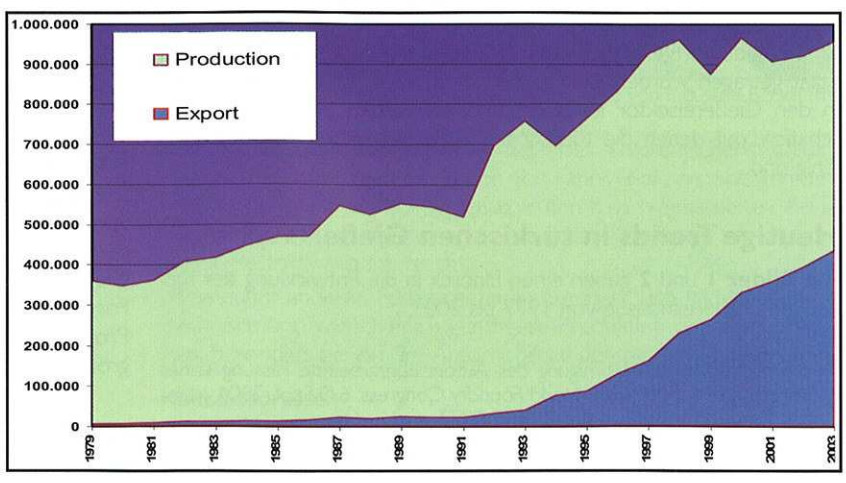


Bild 6: Guss-Produktion und Export

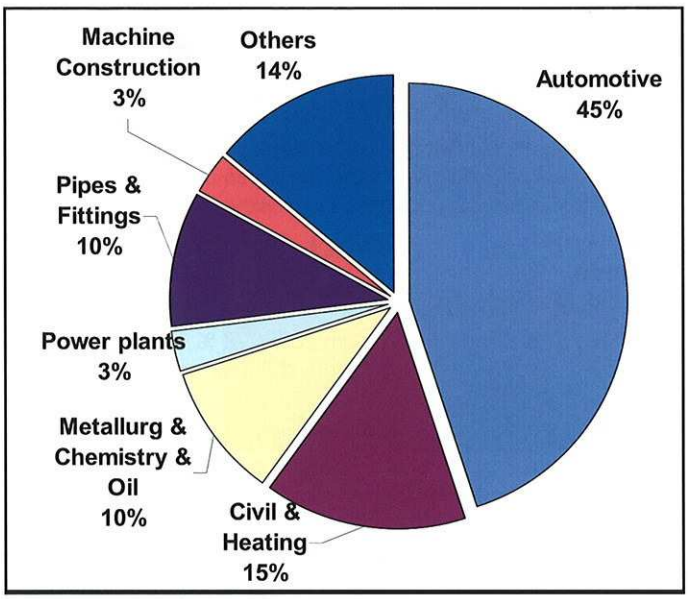


Bild 7: Haupt-Gussabnehmer

GROUP	CAPACITY Tons/Year
Big 15	600.000
Other Foundries	200.000
Small Shops	100.000

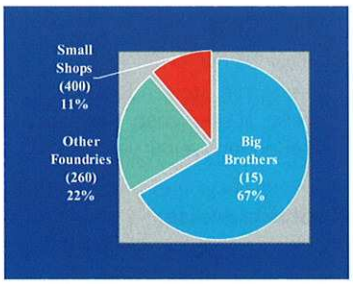


Bild 8: Kapazitätsverteilung der Eisengießereien (die 15 größten Gießereien produzieren den größten Anteil an Grau- u. Sphäroguss)

Import

Der Import von Gussprodukten in die Türkei ist gering und bezieht sich hauptsächlich auf duktile Rohre. Doch neue Investitionen auf diesem Gebiet werden bald dazu führen, dass die Türkei auch bald duktile Rohre exportieren können wird.

Rohstoffe

Die Rohstoffproduktion der Türkei für den Gießereisektor liegt unter ihrem Bedarf, sodass hier Einfuhren aus verschiedenen Ländern notwendig sind.

Neben Rohstoffen müssen fast alle Maschinen und Einrichtungen importiert werden. In dieser Hinsicht ist die Türkei ein attraktiver Markt für Rohstoff- und Technologie-Lieferanten.

SWOT Analyse der türkischen Gießereiindustrie

Stärken

– *Junges und fähiges Managementpotenzial*

Junge Manager haben Fremdsprachenkenntnisse und Erfahrung am europäischen Exportmarkt. Sie sind in der Türkei aufgewachsen, sind ideenreich und praxisorientiert und stehen fest im Leben.

– *Junge Bevölkerung als Arbeitskraft*

25 % der Bevölkerung sind jünger als 18 Jahre und bei guter Ausbildung als Arbeitskraft für das überalternde Europa geeignet.

– *Geringere Arbeitskosten*

Als sich noch entwickelndes Land hat die Türkei geringere Arbeitskosten als Westeuropa.

Eku	AkDokum
Odoksan	Erkunt
Toprak	Demisas
BMC	Doktas
Demirdokum	Trakya
SMS	Karceliktas
	Entil
	Ferro
	AyDokum

Bild 9: Die größten türkischen Eisengießereien sind bei europäischen Gussabnehmern gut bekannt

GROUP	CAPACITY Tons/Year
Top 10	80.000
Rest	35.000

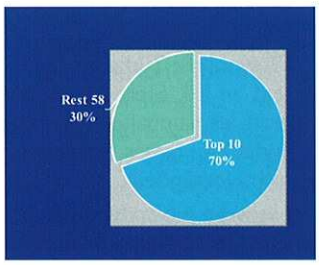


Bild 10: Kapazitätsverteilung der türkischen Stahlgießereien

Eku	AkDokum
Odoksan	Erkunt
Toprak	Demisas
BMC	Doktas
Demirdokum	Trakya
SMS	Karceliktas
	Entil
	Ferro
	AyDokum

Bild 11: Die größeren Stahlgießereien der Türkei

– *Moderne Gießereiausrüstungen*

Die meisten Gießereien in der Türkei sind jünger als 10 Jahre.

– *Qualitativ hochwertige Produktion*

Die in der Türkei hergestellten Gussprodukte sind zur Weiterverarbeitung in westlichen Produktionslinien geeignet.

– *Zufriedenstellende Zulieferungen und Sublieferanten zur Gießereiindustrie*

Die Qualität der Zulieferungen, die Dienstleistungen der Unterlieferanten sowie die zum Einsatz kommenden Sande und Schrotte sind von guter Qualität.

– *Geografische Nähe zur westlichen Welt*

Verglichen mit den (fern)östlichen Wettbewerbern, ist die Türkei in Bezug auf Logistik, Entfernung und Zeitverschiebung im Vorteil.

Schwächen

– *Niedrige Erlöse*

Die Türkei ist als Niedrig-Lohn-Land bekannt und es gelingt daher nicht, für qualitativ hochwertige Produkte vergleichbare Preise wie in westlichen Ländern zu erzielen. Material-, Energie- und Schrottkosten sind aber denen in Europa vergleichbar; der einzig verbleibende Vorteil sind niedrigere Arbeitskosten. Die daher nur erzielbaren geringen Erlöse reichen nicht aus, um notwendige Neuinvestitionen vorzunehmen. Derzeit sind zwar die Exportkapazitäten

ausgelastet, für Erweiterungen wären jedoch zusätzliche Investitionen notwendig.

– *Kluge Ingenieure ziehen es vor, in besser bezahlten Positionen mit sauberer Umwelt zu arbeiten*

Junge Ingenieure arbeiten lieber als Vertreter von Zulieferunternehmen als in einer Gießerei.

– *Erzeugung der Gießereien zu sehr auf Automotivbereich fokussiert*

Die Gießereiinvestitionen waren stark auf die Zulieferung zur Automobilindustrie ausgerichtet. Daher sind alle großen Gießereien mit Disamatic ausgestattet und das enge Produktionsspektrum ist auf Grau- und Sphärogussteile beschränkt.

– *Niedrigere Produktivität als im Westen*

Geringere Produktivität verbraucht einen Teil des Lohnkostenvorteils.

– *Ungenügende Anerkennung durch Kunden und mangelhaftes Marketing*

Obwohl die Türkei mit ihrer Gussproduktion an 6. Stelle in Europa und an 14. Stelle in der Welt rangiert, wird das Land dennoch nicht als namhafter Gussproduzent wahrgenommen. Die zur Veränderung dieser Situation notwendigen Marketingbudgets sind nicht vorhanden.

– *Niedriege Auslandsinvestitionen*

Politische Instabilität und Bürokratie verhinderten ausländische Investitionen.

Aussichten

– *Politische Stabilität*

Die Türkei erfreut sich zur Zeit einer Einparteienregierung – dies nach Jahrzehnten politischer Instabilität und kurzlebiger Koalitionen.

– *Ein guter Name am Weltmarkt*

Die derzeitigen Kunden der türkischen Gießereien loben insbesondere deren gutes Preis/Leistungs-Verhältnis und die Liefertreue sowie den Einsatz von Rapid Prototyping.

– *Wachsende Heimmärkte*

Die junge Generation sorgt für Wachstum durch Familien- und Haushaltsgründungen, Autokauf etc.

– *Ausbau der Beziehungen zur Europäischen Union*

Auch wenn ein EU-Beitritt nicht erfolgen sollte, würden Beitrittsgespräche zur Angleichung von Gesetzen führen und das Umfeld für Investitionen verbessern und damit ausländische Investoren anziehen.

Gefahren

– *Überbewertete Türkische Währung*

Zur Zeit ist die Türkische Lira um 20 bis 28 % überbewertet. Das verringert die Chancen auf Exporterhöhung und vermindert die Gewinne.

– *Niedrige Erlöse verhindern Neuinvestitionen*

In den letzten 7 Jahren wurde keine neue Gießerei mehr errichtet. Alle Investitionen konzentrierten sich auf die Steigerung von Qualität, Produktivität und Wertschöpfung.

– *Wettbewerb zwischen östlichen und westlichen Gießereien*

(Fern)östliche Gießereien: niedrige Lohnkosten, eher geringe Qualität

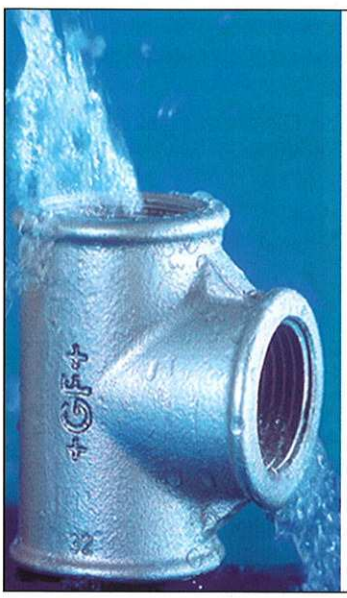
Westliche Länder: große Kapazitäten mit sehr hoher Produktivität und Qualität.

– *Steigende Rohstoffkosten*

Wenn die steigenden Rohstoffkosten nicht durch höhere Gusspreise ausgeglichen werden können, werden sich die Erlöse der Gießereien weiter verringern.

Kontaktadresse:

AKMETAL Iron and Steel Foundry,
Eski Istanbul – Izmit Asfalti No. 27,
81474 Tepeören, Tuzla – ISTANBUL / Türkei.
Tel.: +90 216 593 03 80, Fax: 82,
E-Mail: info@akmetal.com, www.akmetal.com



GEORG FISCHER FITTINGS GmbH
Temperguss-Fittings mit dem doppelten Plus

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

+GF+ GEORG FISCHER PIPING SYSTEMS



Mitteilungen der WFO
World Foundrymen Organization

www.thewfo.com

THE 66th WORLD FOUNDRY CONGRESS
Casting Technology 5000 Years and Beyond



66. Gießerei-Weltkongress mit Technischem Forum und nachfolgender Ausstellung – 6. bis 9. September 2004 in Istanbul, Türkei

Der von der Türkischen Foundrymen`s Society in vorbildlicher Weise in Istanbul, dieser einzigartigen Weltstadt am Bosporus, der Brücke zwischen Europa und Asien mit über dreitausendjähriger Geschichte organisierte 66. Gießerei–Weltkongress unter dem Motto „Casting Technology 5000 Years and beyond" brachte rd. 600 Gießereifachleute und über 100 Begleitpersonen zu einem intensiven Erfahrungsaustausch im Swissotel THE BOSPHORUS zusammen. Die Hälfte der Teilnehmer und ihre Begleitpersonen kamen aus 38 Ländern weltweit und fanden ein umfangreiches und qualitativ hochwertiges Vortragsangebot vor. Es war dies der zweite Gießerei–Weltkongress mit Englisch als einziger Kongresssprache.



Yaylali Günay, der Vorsitzende des Organisationskomitees des 66. WFC, begrüßt die Kongressteilnehmer

In seiner Begrüßungsadresse spannte Yaylali Günay, der Vorsitzende des Organisationskomitees und Vizepräsident des Vereins Türkischer Gießereifachleute, einen weiten Bogen der Gießereigeschichte der Türkei bis in die Gegenwart und erinnerte daran, dass Gussstücke immer Begleiter des Menschen waren und heute voll in unser tägliches Leben als oft wesentliche Basiskomponenten integriert sind.

„Im Gegensatz zur Wichtigkeit, die Gussstücke in unserem Leben haben, ist die andere Seite der Medaille nicht so ermutigend. Unser Industriezweig hat eine Reihe von Problemen: von Marketing über Technologie, Wirtschaftlichkeit, Humanressourcen, Qualität bis zum notwendigen Gewinn. Eines der Hauptprobleme ist das Image beim Durchschnittsbürger: Gießerei wird immer noch als umweltbelastend und schmutzig angesehen!

Das Image ergibt eine 4 D-Industrie: Dirty (schmutzig), Dangerous (gefährlich), Dusty (staubig) und Difficult (schwierig).

Obwohl wir diese Beschreibung nicht mehr verdienen, müssen wir bestrebt sein, dieses Image durch weitere Verbesserung unseres Arbeitsumfeldes abzubauen. **Und wir müssen alle Anstrengungen unternehmen, um Guss in der Industrie besser zu vermarkten.** Die Mehrheit unserer Gießereien investiert weniger als 1 % ihres Umsatzes in das Marketing, während z.B. die Automobil- und die Textil-Industrie 5 bis 8 % aufwenden. Ohne Marketing-Anstrengungen werden wir weder unser Image und unseren Marktanteil verbessern noch gegen unsere Wettbewerber wie Kunststoffe, Kompositwerkstoffe, Schweißkonstruktionen u.a. bestehen können, die sich alle um ein größeres Kuchenstück aus dem Markt bemühen.

Denken wir doch an die vielen Vorteile, die uns die Gießverfahren bieten: Flexibilität hinsichtlich Gewicht, Größe, Werkstoff, Gestaltung, Losgröße und Kosten. Mit diesen Argumenten sollten Gussteile zu den vorrangigen Materialien gemacht werden.

Leider sind viele unserer Gießerkollegen sehr kurzsichtig im Hinblick auf ihre Zukunftsplanung und investieren nicht rechtzeitig in Wissen und neue Informationen. Gießer und Manager sollten Vertrauen zueinander gewinnen, Wege der Zusammenarbeit suchen und Informationen austauschen. Kongresse wie dieser geben hierzu die Möglichkeit. Nur mit neuester Technologie und neuen Managementstrukturen können wir unsere Kosten verringern, um gegenüber Ländern mit niedrigeren Arbeitskosten bestehen zu können.

Die Wichtigkeit, die wir der Weiterbildung unserer Mitarbeiter zugestehen, wird ein weiterer Ansatzpunkt unseres zukünftigen Erfolges sein.

Jedermann kann heute die gleiche Ausrüstung, Software, Hardware kaufen, kann die gleichen Rohstoffe verwenden und Investitionen vornehmen. Was aber den Unterschied ausmacht, das ist das dabei eingesetzte Mitarbeiter-Potenzial. Das ist die Kraft, die die Technologie einsetzt, die Maschinen zum Laufen bringt und die Kunden mit Qualitätsprodukten zufrieden stellt. Das ist der feine Unterschied, der den Wettbewerb zum Erfolg bringt.

Wir sollten die Wichtigkeit junger Mitarbeiter in dieser Hinsicht nicht unterschätzen. Sie sind unsere Zukunft, wir dagegen besitzen die Erfahrung. Für den Erfolg unserer Industrie muss diese Erfahrung an die Jungen übergeben werden. **Wir sollten bei unseren Kongressen mehr junge Gesichter sehen! Ermutigen wir unsere jungen Mitarbeiter zur Teilnahme und finanzieren wir diese. Fördern wir jegliche Art der Weiterbildung unserer Mitarbeiter und sind wir stolz auf unser Team – unser Humankapital.**

Die 3 Kongresstage und die nachfolgenden Ausstellungen werden ausreichend Möglichkeiten bieten, um sich über Neuigkeiten zu informieren und mit den Vortragenden und Gießerkollegen zu dikutieren. Dank gebührt allen Referenten, die auf diese Weise bereit sind, uns ihre Forschungsergebnisse und ihre Erfahrungen mitzuteilen."

Am Schluss seiner Ausführungen meinte Yaylali Günay: „Unsere Vorfahren stellten schon vor 8000 Jahren Gussstücke her und wir möchten gerne wissen, wie sie das ohne Maschinen, ohne F&E und ohne unser heutiges metallurgisches Wissen bewerkstelligten.

Gussstücke sind aus der heutigen industriellen Anwendung und ihrer Weiterentwicklung nicht mehr wegzudenken. Zurückblickend glaube

ich, dass unsere so hochentwickelte Industrie ohne Guss nicht hätte entstehen können.

Dennoch müssen wir unseren Gießerfreunden aus grauer Vorzeit Bewunderung zollen, dass sie in der Lage waren, ihre Gebrauchs- und Kunsgegenstände so erfolgreich zu gießen.

Den Gießern von heute und allen Tagungsteilnehmern, die den Wellen der Weltwirtschaft bisher standhalten konnten, danke ich für Ihre Anstrengungen, unsere Kunst am Leben zu erhalten und in die Zukunft weiterzutragen.

Mit der Erfahrung der Vergangenheit und mit der Hoffnung auf eine gute Zukunft heiße ich alle Delegierten und Teilnehmer des 66. WFC sehr herzlich willkommen und wünsche ihnen eine ergebnisreiche Woche in Istanbul."



Alfred Buberl, WFO-Präsident 2004, dankt dem Organistionskomitee für seine ausgezeichnete Vorbereitung und eröffnet den Kongreß mit den Worten „Türkei – ein Traum ist wahr geworden!"

Der österreichische Austauschvortrag in der Sparte „Qualität/Produktivität/Umwelt" zum Thema „Foundry Technology Processing in a Network of Foundry Process – Supplier – Research – Customer – End User, on Example of Heavy Steel Castings" war ein Beitrag von R. Hanus (Vortragender), F. Kolenz und A. Buberl, voestalpine Gießerei Linz GmbH.



Die Furtenbach GmbH, Wr.Neustadt, beteiligte sich an der Posterpräsentation mit einem Beitrag zum Thema „PUR Cold Box – a grown up Core Binder System".

Alle 84 Vorträge und 52 Posterpräsentationen des Kongresses sind in einem DIN A 4 Tagungsband mit 1654 Seiten zusammengefasst. Die Titel aller Präsentationen wurden bereits in Heft 5/6 der Giesserei-Rundschau 51(2004) auf den Seiten 112 bis 117 bekanntgegeben. Kopien einzelner Beiträge (in englischer Sprache) können vom Österreichischen Gießereiinstitut in Leoben gegen Kostenersatz bezogen werden (Tel.: +43 (0)3842 43101 0, Fax: +43 (0)3842 43 101 1).

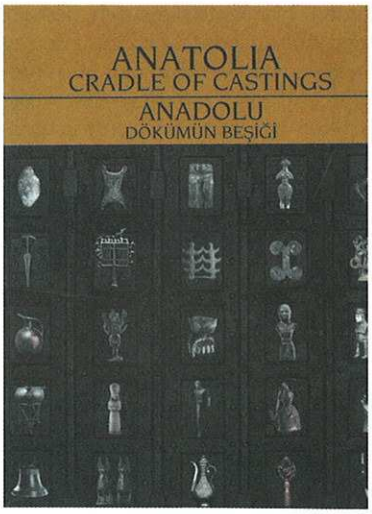


Blick ins gut besetzte Auditorium anlässlich der Kongresseröffnung





Dipl.-Ing. Reinhold Hanus, voestalpine Gießerei Linz, bei seinem Vortrag



Als Geschenk der Türkischen Gießereifachleute und zur Erinnerung an den 66. WFC in der Türkei erhielten die Kongressbesucher das zu diesem Zweck von Prof. Dr. Önder Bilgi, Archeologische Abteilung der Universität Istanbul, herausgegebene Buch „Anatolia – Cradle of Castings", das die faszinierende Gießerei-Geschichte der Türkei von 6.000 v.Chr. bis heute beleuchtet und zweisprachig (Englisch und Türkisch) verfasst ist.*)



Am 8. September wurde von Prof. Dr. Jan Ola Strandhagen von der Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, ein Technisches Forum zum Thema "Supply Chain Management in the Foundry Industry" moderiert, bei dem 9 namhafte Experten aus Wissenschaft und Praxis referierten. Kurzauszüge der englischsprachigen Beiträge sind in gedruckter Form, die vollen PPP-Fassungen auf einer CD (230 MB)erhältlich.

Im Anschluss an den Kongress wurden interessierten Teilnehmern ein umfangreiches Werksbesichtigungsprogramm und zwei Nachkongressreisen mit einbezogenen Werksbesuchen geboten.

Außerdem fanden von 8. bis 11. September die drei Technologiemessen ANKIROS (7th Int. Iron-Steel & Foundry Technology, Machinery & Products Trade Fair), ANNOFER (6th Int. Non-Ferrous Metals Technology, Machinery & Products Trade Fair) und TURKCAST (1st Int. Foundry Products Trade Fair) statt.

Im Rahmen der Kongress-Veranstaltung fanden unter dem Vorsitz von WFO-Präsident 2004, Dipl.-Ing. A. Buberl, VÖG, auch eine Vorstandssitzung und am 7. September 2004 die **Generalversammlung der WFO** statt. Österreich war durch Dipl.-Ing. A. Kerbl und Dipl.-Ing. E. Nechtelberger als Delegierte vertreten.



Das WFO-Präsidium anlässlich der Generalversammlung: v.l.n.r.: Prof. J. Suchy (Schatzmeister), P.R. Roland (Vizepräsident), A. Buberl (Präsident 2004), A. Turner (Generalsekretär).

Die WFO umfasst derzeit 27 Mitgliedsländer, wobei 21 in der Generalversammlung vertreten waren.

*) Format 24x31 cm, 310 Seiten, mit zahlreichen farbigen Abbn., erschienen bei Döktas, Istanbul 2004

Der von der Price Waterhouse Coopers AG vorgelegte Bilanzprüfungsbericht für 2003 und die Budgetansätze für 2004 und 2005 wurden zur Kenntnis genommen.

Die Gießerei-Weltkongresse und Technischen Foren für die nächsten Jahre wurden wie folgt festgelegt:

2005 Technisches Forum mit Gießerei-Ausstellung in St. Louis, Missouri, USA, zwischen 16. u. 19. April 2005 während AFS/NADCA Congress

2006 67. Gießerei-Weltkongress, 4./7. Juni 2006 in Harrogate, Großbritannien (www.wfc2006.com)

2007 Technisches Forum mit GIFA in Düsseldorf

2008 68. Gießerei-Weltkongress in Indien

2009 Technisches Forum in Tschechien

Als neuer WFO-Präsident für 2005 wurde Per Rolf Roland, Norwegen, als Vizepräsident, Dr. Pravin Bhagwati, Indien, gewählt. Prof. Dr. Josef Suchy, PL, wurde als Schatzmeister bestätigt. Neue Past-Präsidenten sind DI Alfred Buberl, A, Mr Mike Clifford, GB und DI W. Kuhlgatz, D.

Weitere WFO-Vorstandsmitglieder sind:

Prof Keisaku Ogi, Japan, Ing Salvador Macias, Mexico, Prof Guo-Xiong Sun, China, Dr.- Ing Gotthard Wolf, D, Mr Don Huizenga, USA, Dr.-Ing. Milan Horacek, CZ und Mr Colin Steed, GB.

Die nächste Vorstandssitzung der WFO wird anlässlich des Technischen Forums im April 2005 in St.Louis, USA, stattfinden.

Am Rande des 66. WFC hielt auch die European Foundry Association CAEF, in der 20 nationale Vereinigungen aus 18 Staaten vertreten sind, Kommissionssitzungen ihrer Sphäroguss-, Automotiv- und Stahlguss-Ausschüsse ab.

Ein interessantes Detail am Rande des 66. Gießerei-Weltkongresses

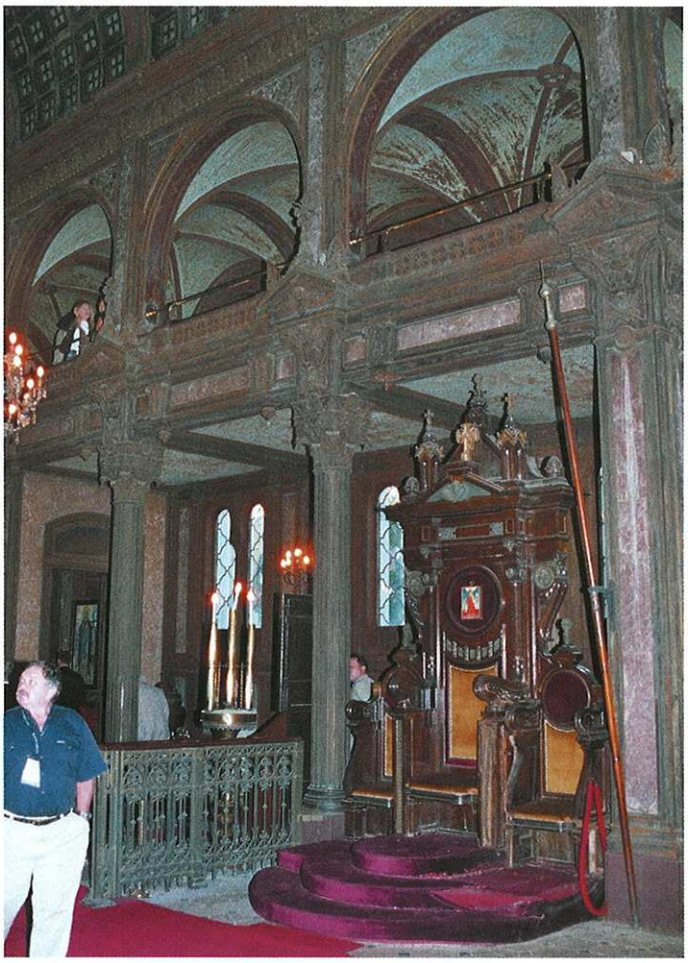
Die gusseiserne Weiße Kirche am Goldenen Horn.

Unter den zahllosen großen und kleinen Moscheen und Kirchen Istanbuls sei ein besonders beachtenswertes Kleinod hervorgehoben: die gusseiserne Weiße Kirche zu St. Stephan von Bulgarien, Mürsel Pasa Cad. 85, Balat, Istanbul.

Die Kirche besteht zur Gänze, einschließlich der Säulen und Emporen im Inneren, aus Grauguss. Sie wurde im Jahre 1895 nach Entwürfen eines armenischen Architekten von der Gießerei R(udolf) Ph(ilipp) Waagner (Vorläufer der späteren Waagner-Biro AG) in Wien-Meidling hergestellt, über die Donau, das Schwarze Meer und durch den Bosporus an das Goldene Horn verschifft und dort in Ufernähe am heutigen Standplatz zusammengebaut. Gefertigt wurde diese Kirche für die bulgarische Gemeinde nach deren Abspaltung von der Kirche des griechisch-orthodoxen Patriarchates am nahen Hügel.

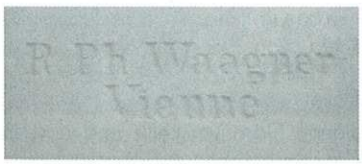


Die gusseiserne Weiße Kirche aus Österreich am Goldenen Horn



Blick in das Innere der Weißen Kirche

Die bulgarische Kirchengemeinde, die seit Jahrhunderten in Konstantinopel/Istanbul ein dem Hl. Stephan geweihtes Gotteshaus hatte, fasste um 1890 den Plan, ihre alte Holzkirche zu schleifen und durch einen markanten Neubau zu ersetzen. Markant und deshalb neugotisch sollte sie werden, weil im Zuge der nationalen Verselbständigung die Bulgaren sich vom Patriachat Konstantinopels lösten und ihre Eigenständigkeit auch in der Kirchenarchitektur zeigen wollten.



R. Ph. Waagner, Vienne – die in einer Außenwand eingegossene Herkunft

In der Zeitschrift für das Hochbaufach und seine Interessenten „Neubauten und Concurrencen in Österreich und Ungarn" aus dem Jahre 1895*) findet sich nachstehender Beitrag unter dem Titel „Eine eiserne Kirche für Constantinopel":

„Bis jetzt hält die ca. 15.000 Köpfe zählende bulgarische Colonie in Constantinopel ihren Gottesdienst in einer kleinen hölzernen Kirche ab. Es hat sich schon lange das Bedürfnis geltend gemacht, ein neues Gotteshaus zu bauen und nach vieler Mühe ist es dem bulgarischen Exarchate gelungen, durch die Munificenz der bulgarischen Regierung mit dem Baue einer neuen Kirche, unmittelbar neben der alten und hart am Ufer des Goldenen Hornes, zu beginnen. Es stellten sich jedoch gleich im Anfang der Durchführung des Baues grosse Schwierigkeiten entgegen, indem der Baugrund nicht tragfähig war, und, obgleich man Piloten bis zu 26 m Tiefe einrammte, musste man die Befürchtung hegen, dass unter dem grossen Gewicht eines Steinbaues die Fundamente nachgeben würden. Man entschloss sich deshalb, nur den Unterbau aus Marmor, den Aufbau jedoch ganz aus Eisen zu construiren, wobei er mit viel geringerem Gewichte als aus Stein hergestellt werden konnte und außerdem den Vortheil gewährt, dass der ganze Aufbau durch das Vernieten der einzelnen Constructionsteile gleichsam zu einem einzigen Körper wird, einen gleichmäßig verteilten Druck auf das Fundament ausübt und bei Erdbeben, die in Constantinopel nicht zu den Seltenheiten gehören, die größtmögliche Sicherheit gegen Beschädigung bietet. Mit dem Baue selbst wurde der Architekt Aznavour in Constantinopel, der seine Studien in Italien gemacht hat, betraut. Die Fundamente sind bereits seit einigen Jahren aus einem weißen, sehr homogenen Marmor fertiggestellt. Zur Ausführung der eisernen Kirche wurde eine internationale Concurrenz ausgeschrieben, aus welcher das Wiener Eisenwerk R. Ph. Waagner als Sieger hervorging – eine in der ganzen Monarchie, am Balkan und im Vorderen Orient damals sehr bekannte Eisengiesserei und Brückenbauanstalt. – Demselben oblag auch die Aufgabe, auf Grund der vom Architekten beigestellten architektonischen Zeichnungen die Berechnung der Construction durchzuführen, die Constructionszeichnungen anzufertigen und die Detallirung des ganzen Bauwerkes vorzunehmen.

Die Kirche hat einen kreuzförmigen Grundriss, an dessen Wurzel der Thurm steht. Neben dem 6 m breiten Mittelschiffe und durch Säulen davon getrennt liegt rechts und links ein 3 m breites Seitenschiff. Ersteres wird durch ein reich cassettirtes Tonnengewölbe überdeckt, während über den Seitenschiffen und quer vor dem Thurme sich die durch Kreuzgewölbe überspannten Gallerien befinden. Die im byzantinischen Style gehaltene Kirche ist 32m lang und 15m breit und fasst ca. 600 Personen, der Thurm ist bis zum Kreuze 30 m hoch. Der eiserne Bau besteht aus einem complicirten inneren Gerippe, welches durch eine reich verzierte äussere und innere, ganz aus Guss- und Schmiedeeisen bestehende Verkleidung bedeckt ist. Zwischen beiden befindet sich eine Schichte beständig circulirender Luft, wodurch eine erträgliche Temperatur im Winter, wie im Sommer erzielt wird.

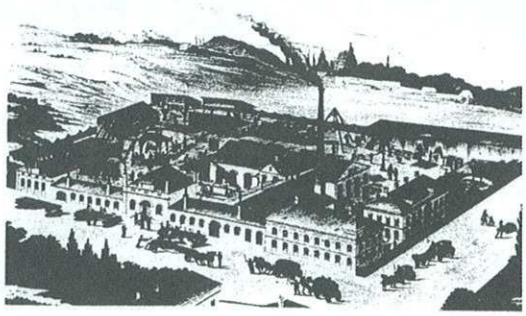
Die Kirche ist gegenwärtig auf dem Werkshofe der Firma R. Ph. Waagner in Wien aufgestellt, um die innere Verkleidung anzubringen. Im April 1986 wird sie in Constantinopel aufgestellt werden. Das Gewicht beträgt circa 500.000 kg und die Kosten des eisernen Baues belaufen sich inclusive Transport und Aufstellung auf ungefähr 380.000 Frcs.

Es ist das erste Mal, dass zu einem so grossen kirchlichen Monumentalbaue ausschliesslich Eisen verwendet worden ist. Die Aufgabe ist sowohl vom Architekten, wie vom Fabrikanten in glücklichster Weise gelöst worden und gereicht unserer vaterländischen Industrie, speciell der ausführenden Firma, zur grössten Ehre."

Die Kirche wird heute weiterhin von orthodoxen Bulgaren besucht, die ihren ersten Patriarchen regelmäßig Blumen an die Marmorgräber bringen. Bäume und blühende Sträucher stehen im umgebenden hübschen kleinen Park, der sich zum Saum des Goldenen Horns absenkt.

Den Teilnehmern an der Abendveranstaltung „Foundrymen's Night" wurde von den Organisatoren des 66. WFC am Weg zum Veranstaltungsort des Gesellschaftsabends, dem Rahmi-Koc-Museum, die Besichtigungsmöglichkeit der gusseisernen Kirche geboten.

Die Kirche ist ein sehenswertes Meisterwerk damaliger Künstler aller beteiligten Zünfte!



Die Waagner – Gießerei in Wien-Meidling im Jahre 1863

*) Band 1(1895), Nr. 1 (Jänner), S. 6 und Nr. 7 (Juli), S. 73/74, Verlag von Moritz Perles in Wien. Bibliothek der TU Wien, Signatur 29.983 / III.

(Für die Hinweise zur Auffindung dieser Quellen sei Herrn Robert Willisch von der Waagner – Biro AG, A 1220 Wien, Stadlauerstraße 54, Tel.: +43 (0)1 28844 0, herzlichst gedankt).

Innovation aus Tradition

50 Jahre IfG – Institut für Gießereitechnik, Düsseldorf



Prof. Dr.-Ing. Dierk Hartmann, Leiter des IfG, moderierte die Festveranstaltung



Über 200 Festgäste waren der Einladung zum Jubiläum gefolgt

fKnapp 1/2 Jahr nach dem ÖGI – dem Österreichischen Gießerei-Institut, Leoben (siehe Bericht in Giesserei Rundschau Nr. 5/6/2004 S. 108/110), feierte nun auch das IfG in Düsseldorf sein 50jähriges Bestandsjubiläum.

Das Institut für Gießereitechnik wurde 1954 von der deutschen Gießerei-Industrie als Gemeinschaftslabor und als Einrichtung der Gemeinschaftsforschung geschaffen. Gesellschafter sind der Verein Deutscher Gießereifachleute (VDG) und der Deutsche Gießereiverband (DGV). Die Gründung erfolgte mit der nach wie vor aktuellen Zielsetzung, die Gießerei-Industrie als starken Partner zu unterstützen, den Unternehmen Technologieberatung und Technologieentwicklung zu ermöglichen und diese schnell in die Produktion umzusetzen.

Seit seiner Gründung im Jahre 1954 schafft das IfG mit seiner Entwicklungs- und Forschungskompetenz neues Wissen zu Werkstoffen und Verfahren für die gesamte Giessereitechnik. Wissen, das das IfG mit und für die Unternehmen der Giessereiindustrie für die Optimierung von gießereitechnischen Fertigungsprozessen und Gussteilen, für die Verbesserung von Umwelt- und Arbeitsschutz in die Praxis umsetzt.

Im Jahre 2003 erzielte das IfG mit 40 Mitarbeitern einen Gesamtumsatz von rd. 3,4 Mio. €. (Tätigkeitsbericht s. Giesserei 91 (2004) Nr. 4, S. 115 ff und beiliegende CD).

Am 21. September d.J. trafen sich über 200 Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Praxis und Politik im Festsaal des Stahlzentrums in Düsseldorf zu einem feierlichen Festakt, in dessen Verlauf von den Festrednern darauf hingewiesen wurde, dass die Herausforderungen in der Gießereitechnik nur dann erfolgreich bewältigt werden können, wenn Fachwissen, Praxiserfahrung und kompetenter Service Hand in Hand arbeiten.



Die Glückwünsche der österreichischen Gießer überbrachte VÖG-Geschäftsführer E. Nechtelberger und überreichte eine Jugendstil-Uhr aus österreichischem Zinnguss als Geburtstagsgeschenk.

(Fotos: Werner Stapelfeldt, Düsseldorf)

Nach Begrüßung der Festgäste durch den derzeitigen Vorsitzenden des IfG-Beirates, Dipl.-Ing. Bruno Mayer, SWB Stahlformguss GmbH, Bochum, wurden am Vormittag die nachstehenden Festvorträge gehalten:

50 Jahre IfG – Aus Tradition innovativ

Dr.-Ing. Gotthard Wolf, VDG, Düsseldorf

Anforderungen an eine Gießerei als Entwicklungspartner der Automobilindustrie

Andreas Hecker, Georg Fischer GmbH & Co.KG, Mettmann

Netzwerke – Zukunftssicherung für den Mittelstand

Dipl.-Ing. Johannes Heger, Heger Guss GmbH, Enkenbach-Alsenborn

Vom Laborwagen zum Kompetenz-Center Metallurgie. 50 Jahre IfG.

Dr.-Ing. Eckart Hofmann, IfG, Düsseldorf

Schlussworte durch den Leiter des IfG, Prof. Dr.-Ing. Dierk Hartmann

Am Nachmittag hatten die Festgäste die Möglichkeit, die Einrichtungen des IfG zu besichtigen, Vorführungen beizuwohnen und mit den IfG-Mitarbeitern informative Gespräche zu führen. Darüber hinaus wurden zwei weitere Vorträge über aktuelle Institutsarbeiten angeboten, die großes Interesse fanden:

Möglichkeiten zur Beurteilung von Gusseisenschmelzen mit der neuen Thermischen Analyse des IfG

Dipl.-Min. Stephan Giebing, IfG, Düsseldorf

Die Interpretation von Forstoffkennwerten – Schlüssel für prozesssichere Forstoffsysteme

Dr.-Ing. Alexander Schrey, IfG, Düsseldorf

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

Das ÖGI wieder als Aussteller auf der MATERIALICA 2004

Von 21.9. bis 23.9.2004 hat die Werkstofffachmesse MATERIALICA 2004 – verbunden mit dem Kongress ‚Materials Week' – auch dieses Jahr wieder in München stattgefunden. Das Österreichische Gießerei-Institut hat sich wie in den Jahren zuvor mit großem Erfolg beteiligt. Auf einem von der Steirischen Wirtschaftsförderung (sfg) bestens organisierten Gemeinschaftsstand präsentierten sich rd. 20 werkstoff- und technologieorientierte Firmen sowie Forschungsinstitute.

Die Messe MATERIALICA ist vor allem Treffpunkt für Anwender, Produktentwickler, Konstrukteure, Designer, Produktmanager und Einkäufer. Die Besucher können sich über neueste Entwicklungen in den Bereichen der Werkstofftechnik und -anwendungen sowie unterschiedliche Verfahren informieren. Gusswerkstoffe und Gießverfahren spielen dabei eine enorm wichtige Rolle.

Die Messe war thematisch in folgende Bereiche gegliedert:

- Metallische Werkstoffe
- Keramische Werkstoffe
- Oberflächen- und Nanotechnologie
- Entwicklung und Prüfung

Aufgewertet wurde die Messe durch ein begleitendes Forum, bei dem in Fachvorträgen und Diskussionsrunden zu speziellen Themen Stellung bezogen wird.



Messestand ÖGI auf der MAERIALICA 2004

Als besonderer Blickfang am Stand des ÖGI erwiesen sich der Zweizylinder Motor LC8 von KTM, bei dem das ÖGI die Simulation des Zylinderkopfes durchgeführt hat sowie ein Nachguss des Beil's vom Ötzi, das die jahrtausend alte Tradition des Gießens dokumentierte.

Den zahlreichen Besuchern konnten damit sehr anschaulich die Vorteile des Gießens und der Gusswerkstoffe von den ursprünglichen Anfängen bis in die heutige Zeit gezeigt sowie in vielen Gesprächen die Leistungsfähigkeit des Institutes näher gebracht werden.

Die Messe bot eine gute Gelegenheit, zahlreiche bestehende Kontakte zu vertiefen, aber auch viele neue Kontakte zu knüpfen.

Das ÖGI blickt damit auf eine erfolgreiche Beteiligung bei der MATERIALICA 2004 zurück.

Die Gießerei-Industrie
WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH

Aus dem Fachverband der Gießereiindustrie

Wirtschaftsbericht 2003 der österreichischen Gießereiindustrie

Gesamtproduktion

Nach einem Rückgang im Jahr 2002 konnte die Gesamtproduktion im Jahr 2003 um 0,6 % gesteigert werden. Treibende Kraft dieser Entwicklung sind vor allem die Bereiche Leichtmetallguss und auch Schwermetallguss.

Umsatzmäßig hat die gesamte Branche ein Wachstum von 1,5 % erreicht, wobei auch hier der Metallguss mit 3,4 % sehr stark gewachsen ist.

Eisenguss

Schwierig gestaltet sich die Situation im Eisenguss. Hier ist die Menge um 3 % auf 175.856 Tonnen gesunken. Der größte Einbruch hat im Bereich des Graugusses stattgefunden. Hier ist die Produktion auf unter 50.000 Tonnen gefallen, was leider einen neuen Tiefstand darstellt.

Positiv entwickelt sich der Bereich Duktiles Gusseisen, der das hohe Niveau des Vorjahres halten konnte und sich bei 113.660 Tonnen befindet. Nach einem Einbruch im Jahr 1999 in dieser Sparte ist das Niveau somit seit dem Jahr 2000 etwa gleich geblieben.

Wertmäßig beträgt die Gussproduktion

Werkstoffsparte	2002		2003	
	t	€	t	€
Eisen- und Stahlguss	181.232	312.847.047	175.856	304.663.161
Nichteisenmetallguss	116.228	700.575.419	123.367	724.183.065
Summe	**297.460**	**1.013.422.466**	**299.223**	**1.028.846.226**

Quelle: "FV-Gießereiindustrie"

Der Stahlguss weist im Jahr 2003 einen Rückgang um 1,8 % auf 13.769 Tonnen auf. Dies liegt unter dem Niveau der Jahre 2001 und 2002, aber über den Werten seit 1994. Aufgrund der langen Bestellzyklen ist hier die Erholung später als in den anderen Branchen zu erwarten.

Metallguss

Positiv zu bemerken ist, dass der gesamte Metallguss um 6,1 % auf 123.367 Tonnen gestiegen ist. Wesentlichen Anteil hat hier der Aluminium-Druckguss. Erfreulich ist auch, dass Umsatzzuwächse erzielt wurden.

Diese sind jedoch nur halb so hoch, wie der tonnagenmäßige Zuwachs und spiegeln somit die schwierige Situation an der Preisfront wider.

Treibende Kraft der Gesamtentwicklung ist der Bereich Leichtmetallguss, der um 6,3 % auf 109.147 Tonnen gestiegen ist. Den größten Anteil hat hier der Bereich Aluminium-Druckguss, der um 6,9 % auf 54.606 Tonnen gewachsen ist. Der Aluminium-Kokillenguss ist um 3,8 % auf 48.317 Tonnen gestiegen, der Aluminium-Sandguss um 4,6 % auf 1.475 Tonnen.

Nach den Einbrüchen der vergangenen Jahre im Magnesiumbereich hat das Jahr 2003 eine deutliche Erholung gebracht. Der Magnesium-Guss konnte sprunghaft um 30,4 % auf 4.749 Tonnen gesteigert werden.

Der Bereich des Schwermetallgusses hat sich ebenfalls positiv entwickelt. Hier konnte ein Zuwachs um 5,1 % auf 14.220 Tonnen erzielt werden, vorwiegend auf dem Zink-Druckguss beruhend, der um 5,4 % auf 10.780 Tonnen anstieg.

Auftragseingänge

Die Auftragseingänge sind im Jahr 2003 deutlich besser als im Jahr davor. Alle Unternehmen weisen hohe Auftragsbestände auf. Seitens der Kunden gibt es jedoch immer kürzere Bestellintervalle. Die Lieferzeiten sind extrem kurz und bei der Kalkulation für neue Teile sind die vom Kunden beigestellten technischen und logistischen Unterlagen oft mangelhaft. Der Trend, dass kaum eine längerfristige Planung im Kapazitätsbereich möglich ist, hält weiter an. Schwankungen innerhalb kürzester Zeitspannen sind üblich und häufig.

Rationalisierungsdruck

Durch die laufend steigenden Personalkosten und auch durch das Anziehen der Energiekosten und der Materialpreise sind die Unternehmen gezwungen, weitere Rationalisierungsschritte durchzuführen. Der Druck in der Branche ist extrem hoch.

Im **Bild 1** werden die Veränderungen der spezifischen durchschnittlichen Kilogrammpreise seit dem Jahre 1997 aufgezeigt. Zurzeit liegt dieser Wert beim Eisenguss bei 102,8 % und er ist im Vergleich zu früher kontinuierlich gestiegen; demgegenüber ist im Bereich des Leichtmetallgusses ein Abfall auf 91,8 % zu verzeichnen.

Die Entwicklung der Beschäftigtenzahlen und der Kennzahl: Umsatz/Beschäftigte in €/MA (Mitarbeiter) sind im **Bild 2** dargestellt. Die Beschäftigtenzahl in unserer Branche liegt seit dem Jahr 1995 konstant bei etwa 7.300 – 7.600 Mitarbeitern. Die Kennzahl Umsatz/Beschäftigte konnte sich gegenüber dem Jahr 2002 leicht erholen und liegt jetzt erst wieder auf dem Niveau vom Jahr 2001.

Die mengenmäßige Verschiebung der Gusswerkstoffe in den letzten Jahrzehnten ist im **Bild 3** dargestellt. Diese Entwicklung ist sehr erfreulich und unterstreicht die Innovationsbereitschaft unserer Gießereien. Ganz allgemein gibt es einen Trend zu hochfesten und duktilen Werkstoffen, sowie zu Werkstoffen mit geringer Dichte. Gewinner sind dabei der Sphäroguss und der Leichtmetallguss, was aus dem Balkendiagramm deutlich zu sehen ist. Eine starke Wachstumsrate weist der Aluminiumdruckguss auf, der in den letzten Jahren konstant gewachsen ist.

Es zeigt sich aber auch, dass alle anderen Gusswerkstoffe für definierte Anwendungsfälle nach wie vor ihre Bedeutung haben. Die Dynamik dieser Verschiebung wird in erster Linie von der Produktentwicklung der Fahrzeug- und Maschinenbau-Hersteller, sowie dem Know-how-Transfer zwischen den Gießereien und ihren Abnehmern bestimmt.

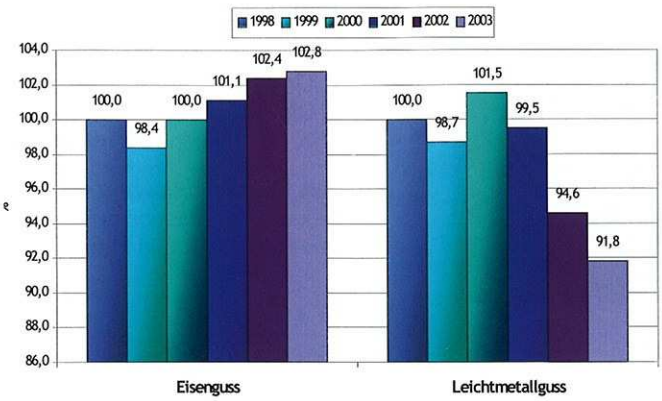


Bild 1: Veränderungen der spezifischen durchschnittlichen Kilogrammpreise der Gussproduktion

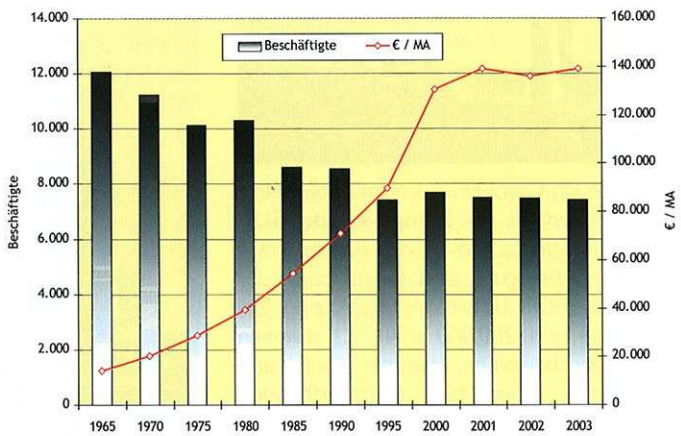


Bild 2: Entwicklung der Beschäftigtenzahl und der Kenngröße Umsatz/Beschäftigte in €/MA (Mitarbeiter)

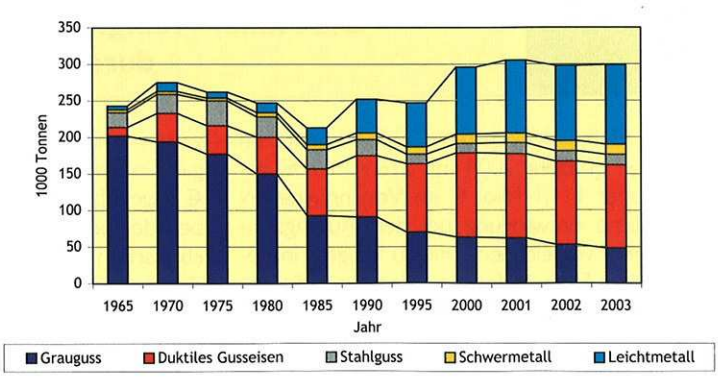


Bild 3: Produktionsmengen der österreichischen Gießereiindustrie unterteilt nach Gusswerkstoffen

Kontaktadresse:

Fachverband der Gießereiindustrie Österreichs,
Wirtschaftskammer Österreich,
A-1045 Wien, Wiedner Hauptstraße 63, Tel.:
+43 (0)5 90 900-3463, Fax: +43 (0)5 90 900-279
E-Mail: giesserei@wko.at, Internet: www.diegiesserei.at

Firmennachrichten

Alois Scheuch – 70 Jahre



Genau vor einem Jahr feierte das Unternehmen Scheuch GmbH aus Aurolzmünster sein 40-Jahr-Jubiläum. In diesen Tagen gab es einen weiteren Grund zum Feiern:

Firmengründer Alois Scheuch wurde 70.

Mit Kraft, Disziplin, Geradlinigkeit, Ruhe und freundlicher Offenheit führte er das Unternehmen zu seiner heutigen bedeutenden Position auf dem Sektor der Luft- und Umwelttechnik in Europa und begleitet es nach wie vor aktiv mit Tatkraft und Ideenreichtum für Problemlösungen.

Ein herzliches Glückauf und ad multos annos!



SLR-Gießerei erhält neue Absaugung und Entstaubung

Die Scheuch GmbH in Aurolzmünster liefert und montiert für das Stammwerk der SLR-Gruppe im deutschen St.Leon-Rot eine Anlage zur Absaugung und Entstaubung der Gießerei. Entstaubt wird insgesamt eine Abluftmenge von 280.000 m³/h aus diversen Produktionsbereichen, darunter Gieß- und Kühlstrecke, Ballenkühler, Transportbänder, Sandaufbereitung sowie Putzmaschine. Der Scheuch-Lieferumfang umfasst Konzeption und Einplanung der Absaughauben und -leitungen sowie die Lieferung und Montage eines doppelreihigen IMPULS-Schlauchfilters mit Filterkopfeinhausung, Staubaustragssystem, Reingasleitung, Ventilator und Reinluftkamin. Die Inbetriebnahme ist noch in diesem Jahr vorgesehen.



Kontaktadresse:
Scheuch GmbH, A-4971 Aurolzmünster, Weierfing 68,
Tel.: +43 (0)7752 905 0,
Fax: 370,
E-Mail: office@scheuch.com,
www.scheuch.com

Die Müller Weingarten AG meldet erfreulichen Auftragseingang durch Erfolge auf Auslandsmärkten

Die Müller Weingarten Gruppe konnte im ersten Halbjahr 2004 mit 216,9 Mio. € gegenüber 111,1 Mio. € im Vorjahr eine erfreuliche Entwicklung bei den Auftragseingängen verzeichnen. Hierzu trugen insbesondere Exporterfolge auf den expandierenden chinesischen Märkten bei. Der Auftragsbestand erreichte ein Volumen von rd. 488 Mio. € (Vorjahr 415 Mio. €).

Im ersten Halbjahr lag der Umsatz abrechnungsbedingt bei 128,8 Mio. € gegenüber 162,9 Mio. € im Vorjahr. Die Gesamtleistung erreichte in der Folge 166,3 Mio. € (Vorjahr 186,5 Mio. €). Das Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit zum 30. 6. 2004 ist wie im Vorjahr durch Umsatzrückstände gegenüber dem anteiligen Jahresumsatz beeinflusst und wiederum ausgeglichen.

Für das Gesamtjahr erwartet Müller Weingarten einen weiterhin regen Auftragseingang in einer Größenordnung von 400 Mio. € gegenüber 344,1 Mio. € im Vorjahr. Neben der positiven Entwicklung bei den Mechanischen Großanlagen tragen hierzu auch die guten Geschäftsaussichten im Bereich der mittleren mechanischen Pressen und im Geschäftsfeld Druckgießtechnik bei. In schwierigem Marktumfeld behauptet sich der Werkzeugbau. Das erwartete Umsatzniveau für das Gesamtjahr liegt im Konzern mit 380 Mio. € aufgrund des niedrigen Auftragseingangs im ersten Halbjahr 2003 unter dem Wert des Vorjahres (410,9 Mio. €). Das Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit wird auf dem Niveau des Vorjahres (8,5 Mio. €) erwartet. Das Ergebnis wird nicht durch außerordentlichen Aufwand belastet werden.

Während die Kapazitätsauslastung in den ersten Monaten des Geschäftsjahres bedingt durch den verhaltenen Auftragseingang im ersten Halbjahr 2003 rückläufig war, erwartet Müller Weingarten im zweiten Halbjahr eine steigende Auslastung mit entsprechenden Wirkungen auf die Gesamtleistung.

Die Sachanlagenzugänge beliefen sich auf 3,1 Mio. € und lagen unter denen des Vorjahres (6,8 Mio. €). Während im Vorjahr Zeichnungen und Lizenzen für den Ausbau des Servicegeschäftes in Großbritannien erworben wurden, lagen die Schwerpunkte der Investitionstätigkeit ausschließlich bei Ersatz- und Rationalisierungsmaßnahmen.

Die Anzahl der Mitarbeiter betrug zum 30.06.2004 im Konzern 2.397 gegenüber 2.456 Mitarbeitern im Vorjahr.

Das im Dezember 2003 beschlossene Unternehmenskonzept zur Optimierung der Wertschöpfungsstruktur wird den Planungen entsprechend umgesetzt. Neben Produktionsverlagerungen zwischen den Standorten sind die Transfers von Mitarbeitern weiter konkretisiert und in Teilen realisiert worden.

Aus der positiven Entwicklung auf den Automobilmärkten in China und Osteuropa sowie der zunehmenden Bedeutung der Zulieferindustrie resultieren neue Absatzchancen für Müller Weingarten. Hierdurch werden die strategischen Maßnahmen zur nachhaltigen Sicherung bzw. Steigerung der positiven Ergebnisse trotz unverändertem Margendruck im mittelfristigen Planungszeitraum unterstützt.

Müller Weingarten entwickelt innovative Verfahren und Anlagen zum Umformen, Schmieden und Gießen metallischer Werkstoffe. Als weltweit einziger Systemanbieter dieser drei bestimmenden Umformtechnologien ist Müller Weingarten Technologieführer und kompetenter Ansprechpartner insbesondere im Automobilbau. Neben den Stammwerken in Weingarten, Esslingen und Erfurt betreibt Müller Weingarten Produktions-, Vertriebs- und Servicegesellschaften bzw. Niederlassungen in Deutschland, Frankreich, Großbritannien, der Schweiz, Spanien, Tschechien, China und in den USA.

Kontaktadresse:

Müller Weingarten AG-Öffentlichkeitsarbeit
Frau Martina Herder
D-88250 Weingarten, Schussenstraße 11,
Tel.: +49 (0)751 401 2352, Fax: 2714,
E-mail: martina.herder@mwag.de,
www.mueller-weingarten.de

Interessante Neuigkeiten

Neue Marktstudie „3-D-Messtechnik in der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie"

Zusätzlich zur Situation in der Automobil- und Zulieferindustrie werden Marktentwicklungen aus Sicht der 3-D-Messtechnik-Anwender aufgezeigt. Zwei Drittel der Unternehmen, die sich an der Markterhebung beteiligt haben, nutzen 3-D-Messtechnik für Aufgaben der Qualitätskontrolle und der Produktentwicklung im eigenen Unternehmen.

Die allgemeine wirtschaftliche Marktsituation der Automobil- und Zulieferindustrie wird anhand von Branchenkennzahlen wie Umsatz, Wachstum, Beschäftigung und weiterer Perspektiven skizziert. Die Nutzung der 3-D-Messtechnik wird ferner unter den verschiedenen technischen Gesichtspunkten der Anwendung, wie Messungenauigkeit, Messzeiten und Materialparameter dargestellt. Der zunehmende Druck zur 100-Prozent-Prüfung führt in vielen Fällen im Hinblick auf die Messmittel zu Neuorientierung. Dementsprechend wurde ermittelt, wie viele Firmen aktuell Neuanschaffungen planen und ob ein Systemwechsel von taktiler auf optische Messtechnik geplant ist.

Der Anbietermarkt wird anhand der Segmente „berührungslose 3-D-Messtechnik" und „taktile Koordinatenmessgeräte" beschrieben. Durch die Darstellung von 3-D-Messtechnik-Produkten und -Dienstleistungen der Branchenunternehmen erhält der Leser abschließend einen Einblick in die derzeitige Angebotssituation dieses Marktes. Die Studie ist eine Aktualisierung und Erweiterung einer im Jahr 1999 gleichartig angelegten Erhebung. Die Ergebnisse der ersten Studie sind insoweit mit eingebunden, als Trends im Laufe der letzten vier Jahre sichtbar werden.

Die Marktstudie „3-D-Messtechnik in der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie" wurde 2003 von der Fraunhofer-Allianz Vision und dem Fraunhofer-Marketing Netzwerk durchgeführt.

Die kostenpflichtige Marktstudie ist als Druckversion (4-farbig) und als PDF-Datei auf CD oder per E-Mail erhältlich. Sie kann bei der Fraunhofer-Allianz Vision in Erlangen bestellt werden.

Kontaktadresse:

Fraunhofer-Allianz Vision,
Frau Regina Fischer,
D-91058 Erlangen, Am Wolfsmantel 33,
Tel.: +49 (0)9131 776 530,
E-Mail: vision@fraunhofer.de

voestalpine
GIESSEREI LINZ GMBH

Veranstaltungskalender

Weiterbildung – Seminare – Tagungen – Kongresse – Messen

Der Verein Deutscher Gießereifachleute (VDG) bietet im 1. Halbjahr 2004 folgende Weiterbildungsmöglichkeiten an:

Datum:	Ort:	Thema:
2004		
14./16.10.	Stuttgart	Grundlagen der Gießereitechnik für Leichtmetallguss (QL)
19.10.	Düsseldorf	Entwickeln und Konstruieren – die Gießerei als Entwicklungspartner (IV)
03./04.11.	Duisburg/D`dorf	Praktische Metallografie für Gusseisenwerkstoffe (PL)
05./06.11.	Heilbronn	Schmelzen von Kupfer-Basismaetallen (QL)
10./11.11.	Hannover	Schweißen von Gusseisen (PL)
12./13.11.	Duisburg	Druckguss (QL)
16./17.11.	Heilbronn	Fortbildungslehrgang für Immissionsschutzbeauftragte in Gießereien (S)
18.11.	Essen	Betriebsdatenmanagement (PL)
23./24.11.	Leipzig	Gussteilfertigung mit tongebundenen Formstoffen (S)
26./27.11.	Stuttgart	Schmelzen von Aluminium (QL)
07./08.12.	Heilbronn	Gussteilfertigung mit chemisch gebundenen Formstoffen (S)
09./11.12.	Duisburg	Grundlagen der Gießereitechnik für Eisenguss (QL)
14./15.12.	Heilbronn	Herstellung von Gusseisen mit Kugelgrafit (S)
Vorschau auf das Angebot des ersten Halbjahres 2005:		
2005		
21./22.01.	Heilbronn	Fertigungskontrolle und Qualitätssicherung (QL)
25.01.	Düsseldorf	Praktische Metallographie für Aluminium-Gusswerkstoffe (PL)
26.01.	Düsseldorf	Einführung in das Druckgießen – Grundlagen (S)
03./05.02.	Stuttgart	Grundlagen der Gießereitechnik (QL)
11./12.02.	Heilbronn	Putzerei und Rohgussnachbehandlung (QL)
16./17.02.	Duisburg	Zerstörungsfreie Prüfverfahren für Gussteile (S)
23./24.02.	Duisbg./D`dorf	Praktische Metallographie für Gusseisenwerkstoffe (PL)
01./02.03.	Erfurt	Schlichten von Sandformen und Kernen (S)
10./03.	Heilbronn	Automatisierung in der Rohgussnachbehandlung (IV)
11./12.03.	Stuttgart	Formerei (QL)
16./17.03.	Duisburg	Schmelzen im Induktionsofen in Eisengießereien (S)
06./07.04.	Heilbronn	Herstellung von Gusseisen mit Lamellengraphit (S)
12./13.04.	Duisburg	Anschnitt- und Speisertechnik für das Sand- und Kokillengießverfahren bei Aluminium- und Kupfergusslegierungen (S)
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)
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:

2004		
19./21.10.	Toledo (USA)	AFS Int. Lost Foam Casting Conference a. Exhibition (www.afsinc.org)
28./29.10.	Freiberg / Sa.	14. Ledebur-Kolloquium
28./29.10.	Pamplona (E)	9th Int. Meeting on modern Cupolas (www.cupolaconference.org)
10.11.	Wien	ON-Seminar „Maschinenrichtlinie" (www.on-norm.at/seminare/index.htm)
15./16.11.	München	Strategieforum Automobilzulieferer (www.strategieforum-auto.de)

16./19.11.	Basel (CH)	PRODEX und Swisstech (www.prodex.ch u.www.swisstech2004.com)
25./26.11.	Neu-Ulm (D)	Werkstoffprüfung 2004 – Konstruktion, Qualitätssicherung, Schadensanalyse, (www.dgm.de/werkstoffprüfung)
27./30.11.	Alexandria	ARABCAST Egypt 2004 mit 5th Arab Foundry Symposium
07./08.12.	Frankfurt/M.	export 21 – Fachmesse mit Kongress
07./10.12.	Paris-Nord	MIDEST – Int. Fachmesse f. Industriezulieferer
2005		
21./23.01.	Kolkata (In)	53rd Indian Foundry Congress „Global Sourcing – Destination India" (www.indianfoundry.com)
07./10.03.	Chicago	Aluminium USA
11./15.04.	Hannover	Hannover Messe 2005
16./19.04.	St.Louis (USA)	109. Metalcasting Congress mit CastExpo (www.afsinc.org) und WFO TECHNICAL FORUM 2005
21./22.04.	**Innsbruck**	**Große Gießereitechnische Tagung Deutschland-Österreich-Schweiz**
18./20.05.	Shanghai	Aluminium China
12./15.09.	Melbourne (AUS)	ALUMINIUM CASTHOUSE TECHNOLOGY – 9. Australasian Conference a. Exhibition (www.aluminiumcasthouse.com)
15./16.09.	Portoroz (SL)	45 th Foundry Conference mit Ausstellung (www.uni-lj.si/societies/foundry)
20./22.10.	London (UK)	FOUNDRY INTERNATIONAL LONDON 05 (Birmingham 12./15.10. abgesagt!) (www.foundryinternational2005.com)
2006		
04./07.06.	Harrogate (UK)	67th 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
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

ALUMINIUM 2004 – 5. Weltmesse mit Kongress - mit Ausstellerrekord: Über 600 Firmen aus 38 Nationen

Mit deutlichen Zuwächsen und Rekordergebnissen ging am Freitag, dem 24. September d.J. in Essen die ALUMINIUM 2004 zu Ende. Mit 13.217 Fachbesuchern aus insgesamt 40 Nationen registrierte die Weltmesse gegenüber der Vorveranstaltung ein Plus von fast sieben Prozent (2002: 12.359). Neue Bestmarken setzte die Leitmesse auch bei der Zahl der ausstellenden Unternehmen, die mit 619 Firmen aus 38 Nationen so hoch war wie nie zuvor (2002: 529).

Wachstumsimpulse gingen dabei sowohl von der gestiegenen Inlands- wie auch Auslandsnachfrage aus. Mehr als jeder dritte Besucher (36,2%) der ALUMINIUM reiste aus dem Ausland an. Besonders hoch war dabei der steigende Anteil asiatischer Besucher mit über elf Prozent. Doch auch im Inland bleibt die Aluminiumbranche auf Wachstumskurs und erwartet nach Angaben des Gesamtverband der deutschen Aluminiumindustrie (GDA) für das laufende Jahr Zuwächse von rund drei Prozent bei einem Gesamtumsatz von 13,5 Mrd. Euro. Das zeigt auch der Konjunkturindex, der zur ALUMINIUM erhoben wurde: 60 Prozent der befragten Unternehmen erwarten eine weiterhin zunehmende Belebung des Geschäftsverlaufes.



Mehr als 80 Prozent der Aussteller bezeichnen den geschäftlichen Erfolg ihrer Messebeteiligung als „sehr gut" und „gut". Über 90 Prozent der Unternehmen werden aus heutiger Sicht auch auf der ALUMINIUM 2006 ausstellen.

Den Erfolg der ALUMINIUM unterstreichen auch die Ergebnisse der Besucherbefragung. Hier gaben der ALUMINIUM 92,3 Prozent der Befragten die Noten „sehr gut" und „gut". Für fast 80 Prozent (77,8%) ist die ALUMINIUM inzwischen weltweit ein „Muss-Termin".

Das durchgängig positiv bewertete hohe Fachniveau der Gespräche drückt sich auch in der Zuordnung der Fachbesucher nach Aufgabenbereichen aus. Fast jeder vierte Besucher (23,5%) der ALUMINIUM ist im Bereich Forschung und Entwicklung tätig, weitere 28,4 Prozent verantworten den Einkauf, 28,6 Prozent der Besucher sind Geschäftsführer, 16 Prozent sind zuständig für die Fertigung und Produktion. Entsprechend hoch war daher auch die Resonanz auf das FORUM FORSCHUNG und das JOB FORUM, die erstmals zur ALUMINIUM 2004 veranstaltet wurden.

Mit Blick auf die Wetwirtschaftsregion Amerika und Asien werden von der Reed Exhibitions Deutschland für 2005 zwei weitere Aluminium-Messen – in Chicago und in Shanghai – angekündigt: Die ALUMINIUM USA wird von 7. bis 10. März 2005 parallel zur National Manufacturing Week stattfinden, die ALUMINIUM CHINA geht von 18. bis 20. Mai 2005 in Shanghai an den Start.

Für die ALUMINIUM 2006 – 6. Weltmesse mit Kongreß von 20. bis 22. September in Essen haben bereits jetzt mehr als 70 % der Aussteller ihre Standfläche gebucht.

(Weitere Informationen: www.aluminium2004.com)

VÖG Verein Österreichischer Gießereifachleute

Vereinsnachrichten

Mitglieder-informationen

Neue Mitglieder

Ordentliche (Persönliche) Mitglieder

Rödter, Hans, Dipl.-Ing., Technischer Beratungsingenieur, Rio Tinto Iron & Titanium GmbH, D-65760 Eschborn, Mergenthalerallee 79-81

Privat: D-89522 Heidenheim, Eichenwald 29

Studentische Mitglieder

Melcher, Gerald, A-8700 Leoben, Salzlände 14/10/3

Firmenmitglieder

MIBA Gleitlager GmbH, A – 4663 Laakirchen, Dr.-Mitterbauer-Straße 3

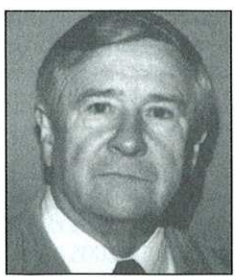
Izul Prototypen GmbH, A – 6850 Dornbirn, Färbergasse 15

Personalia

Wir gratulieren zum Geburtstag

Herrn Ing. **Leopold Stepanek**, A – 6112 Wattens, Salurnerstraße 4, **zum 50. Geburtstag** am 28. September 2004.

Herrn **Alois Wagner**, A – 5020 Salzburg, Kirchenstraße 46, **zum 75. Geburtstag** am 3. November 2004.



1929 in Salzburg geboren, war Alois Wagner nach seiner schulischen Ausbildung zunächst in einem pharmazeutischen Unternehmen tätig und wechselte im Mai 1957 zur Firma Franz Oberascher & Co., Eisen- und Metallgießerei in Salzburg-Kasern. Er war dort in leitender Position, zuletzt als Prokurist bis zu seiner Pensionierung im Jahre 1992 tätig.

Mitglied des Vereins Österreichischer Gießereifachleute ist Herr Alois Wagner seit 2002.

Herrn Dipl.-Ing. Dr. techn. **Peter Israiloff**, A-1030 Wien, Custozzagasse 8/8, zum **60. Geburtstag** am 7. November 2004.

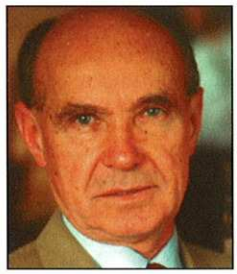


Geboren in Wien, absolvierte Peter Israiloff nach Volks- und Hauptschule die Höhere Abteilung für Betriebstechnik am Technologischen Gewerbemuseum in Wien im Jahre 1963 mit Auszeichnung, nachdem er 1962 bereits TGM-Bester war. Nach kurzer Tätigkeit als Arbeitsvorbereiter bei den Siemens-Schuchert Werken in Wien und Ableistung des Präsenzdienstes begann er mit dem Studium der Technischen Physik an der Technischen Hochschule Wien, das er auf Basis einer Diplomarbeit „Über die Ursachen der Kornverfeinerung durch mechanische Beeinflussung erstarrender Metallschmelzen" 1972 beendete. Die anschließende Dissertation über „Strukturchemische Untersuchungen an Germaniden und Siliciden von Übergangsmetallen" führte zur Aufklärung der Struktur bislang unbekannter intermetallischer Verbindungen mit Riesenzellen und gipfelte in der Promotion 1974. Während der gesamten Studienzeit war Peter Israiloff berufstätig: zunächst vier Jahre als Assistent am TGM (Abteilung Silikattechnik), aufgrund welcher er die Standesbezeichnung „Ingenieur" erlangte, danach als Sachbearbeiter und später als Patentanwaltsanwärter in der ehemaligen Patentanwaltskanzlei Dipl.-Ing. Hamburger. Diese Kanzlei hat er nach Ablegung der österreichischen Patentanwaltsprüfung und nach dem Tod von Dipl.-Ing. W. A. Hamburger weitergeführt. Seit 1997 ist er Partner in der Patentanwälte OEG Barger, Piso & Partner. Abgesehen von der österreichischen Vertretungsbefugnis auf dem Gebiet des gewerblichen Rechtsschutzes ist er auch zugelassener Vertreter beim Europäischen Patentamt (München) sowie beim Harmonisierungsamt für den Binnenmarkt für Marken, Muster und Modelle (Alicante).

Neben seiner Anwaltstätigkeit begann Peter Israiloff 1972 auch zu unterrichten: zunächst am Bundesgymnasium Schwechat und an der Höheren Bundeslehranstalt Wien IV (jetzt Wien III, Rennweg), danach ab 1976 an der HTBL Wien 10, Ettenreichgasse 54 (vormals Pernerstorfergasse 81 – 83), deren Leitung er seit 1987 innehat. Für die im Bereich des österreichischen berufsbildenden Schulwesens erbrachten Leistungen wurde Direktor Dr. Peter Israiloff 1995 mit dem Berufstitel Hofrat ausgezeichnet.

PA HR Dir.Dr. Peter Israiloff ist seit 1987 Mitglied des Vereins Österreichischer Gießereifachleute.

Herrn Professor KR Dir.i.R. Dkfm. Ing. Dr. **Franz Sigut**, A – 1180 Wien, Anton Frank Gasse 6, **zum 85. Geburtstag** am 13. November 2004.



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

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

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

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

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

Seine vielseitige Tätigkeit in leitenden Positionen vermittelte dem Jubilar schon sehr früh zwei bedeutende Erkenntnisse: zum Ersten, dass die Gießereifachleute sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene zusammenfinden müssen, um einen vertrauensvollen Erfahrungsaustausch und gesellschaftliche Kontakte zu pflegen, und zum Zweiten, dass die Gießereiindustrie verpflichtet ist, aktiven Umweltschutz zu betreiben.

So wurde Dr. Sigut Gründungsmitglied des 1951 ins Leben gerufenen Vereins Österreichischer Gießereifachleute VÖG, dann ab 1957 dessen langjähriger Geschäftsführer und von 1975 bis 2001 Vorsitzender des Vereinsvorstandes. Als einer der ältesten Funktionäre des Fachverbandes der Gießereiindustrie gründete er den Fachnormenausschuss FNA Gießereiwesen, führte lange Zeit den betriebswirtschaftlichen Ausschuss sowie die Verhandlungen bei der paritätischen Kommission seit ihrer Gründung. Bis Mai 2001 leitete er den Umweltausschuss des Fachverbandes.

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

Sein unermüdliches Engagement für den Umweltschutz brachte Dr. Sigut in die internationalen Kommissionen „Umweltschutz Gießereiindustrie" des CIATF und „Umweltschutz" des CAEF (d. Vereinigung Europ. Gießereiverbände) ein.

Seit 1973 ist Dr. Sigut Vorstandsmitglied des Vereins für praktische Gießereiforschung (Österr. Gießerei-Institut), seit 1992 auch dessen Ehrenmitglied.

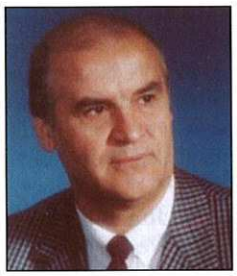
Neben seinem beruflichen Engagement hat Dr. Sigut auch als Allgemein beeideter gerichtlich zertifizierter Sachverständiger und als Lehrbeauftragter an der Wirtschaftsuniversität Wien gewirkt. Über 25 Jahre hat er als Chefredakteur bis 2001 die GIESSEREI RUNDSCHAU gestaltet.

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

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

Professor KR Dir.i.R. Dkfm. Ing. Dr. Franz Sigut ist seit 2001 Ehrenvorsitzender des VÖG.

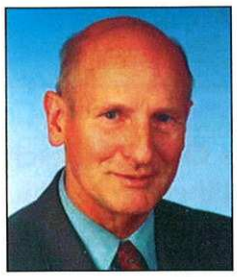
Herrn Ing. **Harald Schuller**, A – 4020 Linz, Gruberstrasse 59, **zum 65. Geburtstag** am 18. November 2004.



Geboren 1939 in Gleisdorf / Stmk., absolvierte Harald Schuller auch da die Grundschulen und im Anschluss daran die HTL für Werkzeug- und Vorrichtungsbau in Waidhofen / Ybbs. Nach Ableistung des Präsenzdienstes begann er seine berufliche Laufbahn im Kostruktionsbüro der Firma D.I. Hitzinger u. Co. – Maschinen u. Elektromaschinenbau in Linz, wo er in der Folge 1964 die Leitung des Konstruktionsbüros und die Betriebsleiterstellvertretung übertragen erhielt. 1966 wechselte er zur Fa. Reform-Werke Bauer u. Co. Ges.m.b.H. nach Wels in die Funktion als Betriebsingenieur der Abteilung Werkserhaltung. 1972 übernahm Schuller die Leitung Allgemeiner Betrieb, 1976 die Leitung der Abteilungen Allgemeiner Betrieb und Werksplanung und bekam damit verbunden auch die Prokura. 1982 wurde Harald Schuller zusätzlich die Führung der Maschinenfabrik , 1985 des Beschaffungswesens für das Gesamtunternehmen und 1990 auch die Leitung der Gießerei übertragen, welche neben Kundenguss alle anspruchsvollen Gussteile der eigenen Maschinenfabrik herstellte. Im Jänner 2000 wurde Ing. Harald Schuller in Anerkennung seiner Bemühungen um eine qualitativ hochstehende Ausbildung der Lehrlinge das Goldene Verdienstzeichen des Landes Oberösterreich verliehen. 1990 wurde Ing. Schuller in die Geschäftsführung berufen und war bis zum Ausscheiden in die Pension Mitte 2002 als Technischer Geschäftsführer der Reform– Werke Bauer u. Co. Ges.m.b.H. und als Vorstandsmitglied der Reform–Werke Bauer u. Co. Holding AG im Unternehmen in Wels tätig.

Mitglied des Vereins Österreichischer Gießereifachleute ist Ing. Harald Schuller seit 2003.

Herrn Dr.-Ing. **Rolf Gosch**, A-4600 Thalheim, Amselweg 5, **zum 60. Geburtstag** am 25. November 2004.



Geboren in Eckernförde / D, wuchs Rolf Gosch auch dort auf und schloss das Gymnasium mit dem Abitur ab. Nach zweijähriger Dienstzeit bei der Bundeswehr, Pflichtpraktikum und Gesellenprüfung begann er das Allgemeine Maschinenbaustudium an der TU Braunschweig mit Vertiefungsrichtung Werkstoffkunde, Herstellungsverfahren in Schweißtechnik. Nach dem Diplomabschluss folgten 6 Jahre als wissenschaftlicher Assistent am gleichnamigen Hochschulinstitut. Thema seiner Promotion waren Diffusions- und Lösungsvorgänge von Wasserstoff unter hohem Druck in Reineisen.

Sein Berufseinstieg erfolgte dann in der Räderfertigung der Mannesmann Kronprinz AG, deren Leichtmetallräderproduktion er in verantwortlicher Position auf- und ausbaute. Von 1987 bis 1990 war Dr. Rolf Gosch als Werksleiter verantwortlich für eine Gießerei mit Sand-, Kokillen- und Druckguss der AluTeam/AMAG -Gruppe. In seiner Verantwortung lag auch die Entwicklung des PreCoCast-Verfahrens an einem weiteren Standort. 1990 wechselte er zu dem Unternehmen Mandl&Berger in Linz/Österreich, welches damals zum Eisenwerk Brühl, später zu VAW und heute zu Hydro Aluminium gehört. Dr. Rolf Gosch hat dieses Unternehmen, das auf Zylinderköpfe und Motorblöcke spezialisiert ist, als Geschäftsführer bis zum Jahr 2002 maßgeblich im Hinblick auf Leistungsfähigkeit, Wachstum und moderne Technologien weiterentwickelt.

Heute ist Dr.-Ing. Rolf Gosch für die Produkt- und Prozessentwicklung der Dauerformverfahren in der Unternehmensgruppe verantwortlich, ebenso wie für die Anbahnung globaler Technologiepartnerschaften.

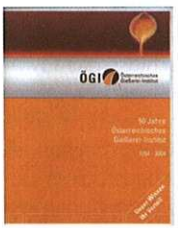
Seit 2001 ist Dr.-Ing. Rolf Gosch Mitglied des Vereins Österreichischer Gießereifachleute, seit 2002 auch Vorstandsmitlied des Vereins.

Den Jubilaren ein herzliches Glückauf!

Bücher und Medien



50 Jahre ÖGI – Festschrift zum 50jährigen Jubiläum 2004



Aus Anlass des 50jährigen Bestandes des Österreichischen Gießerei-Institutes des Vereins für praktische Gießereiforschung in Leoben hat das Institut eine Festschrift herausgegeben, die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des ÖGI in Schlaglichtern aufzeigt:

Vorwort/ Institutsvorstellung / Kennzahlen / Gründung / Die 50er / 60er / 70er / 80er / 90er Jahre / Die Jahre 2000 / Tätigkeitsbereiche / Labors / Kooperationen / Mitarbeiter / Vereinsstrukturen.

Die 40-seitige DIN A4 Schrift kann vom ÖGI bezogen werden:

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.

NORMEN IM ÜBERBLICK – GIESSEREI



Dieser auf den Gießereibedarf fokussierte Normendienst des Vereins Deutscher Gießereifachleute VDG bietet umfassende Informationen auf mehr als 30 DIN A4 Seiten – und Sie kennen sofort den Stand der Normung!

In Deutschland und Europa relevante Normen sind übersichtlich dargestellt, vollständige Titel und Ausgabedaten der Normen sind angegeben. Enthalten sind z.T. auch amerikanische Normen.

Die Rubrik „News" berichtet über aktuelle Arbeiten aus den Normengremien und kündigt neue Normentwürfe an, damit Sie sich rechtzeitig auf Änderungen vorbereiten können. Ergänzt wird dies durch Kurzportraits neuer Normen.

Weitere Inhalte sind:

- Ansprechpartner bei der Normung
- Bezeichnungssysteme für Gusswerkstoffe,
- Werkstoffnormen für Rohstoffe, Gusseisen-, Stahlguss- und NE-Metallguss-Werkstoffe,
- Normen für Technische Lieferbedingungen, Toleranzen und Abnahmeprüfzeugnisse,
- Normen für Fertigungsverfahren und Sicherheit,
- Prüfnormen für Gusswerkstoffe (zerstörungsfrei), allg. Prüfnormen für metallische Werkstoffe,
- Normen für Wärmebehandlung, Korrosionsschutz und Schweißverfahren,
- Produktnormen für Gusswerkstoffe.

Wer mehr erfahren möchte, findet wichtige Literaturstellen. Für Themengebiete, die in dieser Übersicht nicht im Detail behandelt werden können, sind hilfreiche Links angegeben. Bestellt der Kunde nach ausländischen Normen, sind für Ihre Recherchen die Internet-Adressen ausländischer Normenorganisationen aufgeführt. Zum Bezug von Normen und Richtlinien (auch VDG-Merkblätter) sind wichtige Adressen angegeben.

Normen im Überblick wird zunächst einmal jährlich als Vollversion erscheinen; zusätzlich erhalten Sie aktuelle Informationen über Neuerscheinungen und Änderungen per E-Mail.

Der Abonnementpreis (Broschüre + E-Mail-Service) beträgt für VDG-Mitglieder € 250,–, für Nichtmitglieder € 350,–.

Bestellungen bei VDG Verein Deutscher Giessereifachleute e.V., zH Frau Simone Bednareck, D-40237 Düsseldorf, Sohnstraße 70, Tel.: +49 (0)211 6871 342,

Fax: +49 (0)211 6871 364,
E-Mail: fachgruppe5@vdg.de, www.vdg.de

Umweltanalytik mit Spektrometrie und Chromatographie



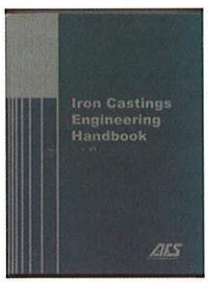
Von H. Hein und W. Kunze, 3., vollst. überarb. u. erw. Auflage 2004, 302 Seiten, ca. 120 Abbn. u. 38 Tab., gebunden. ISBN 3-527-30780-X, Preis: € 119,–. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, D-69469 Weinheim, Boschstraße 12, www.wiley-vch.de.

Der bewährte Wegweiser für erfolgreiche Umweltanalytik, jetzt in einer vollständig überarbeiteten und erweiterten Neuauflage! Genau auf die Bedürfnisse der Laborleiter zugeschnitten, vermittelt dieses einzigartige Handbuch kompakt und aktuell den Stand des Labormanagements sowie der spektrometrischen und chromatographischen Methoden. Die Aufgaben des Laborleiters werden von der Planung der Laborräume bis zur Dokumentation der Analysen beschrieben. Außer den Themen Umweltgesetzgebung, Probenahme und Probenvorbereitung, Bezugsquellen für anerkannte Analysenmethoden behandelt die dritte Auflage jetzt insbesondere Aspekte der Wirtschaftlichkeit sowie in einem eigenen Kapitel die Methoden der Vor-Ort-Analytik:

Einleitung / Laborgestaltung / Managementstrategien für Umweltlabore / Umweltgesetzgebung / Untersuchungsstrategie / Probenahme / Konservierung u. Lagerung von Umweltproben / Probenvorbereitung / Vor-Ort-Analytik / Instrumentelle Analysenverfahren / Analytische Qualitätssicherung (AQS) / Labordatenverwaltung / Interpretation u. Dokumentation von Analysendaten / Sachregister.

Besonderes Merkmal: Durch ein Griffregister hat der Benutzer leichten Zugang zu übersichtlichen Tabellen. Diese sind nach Parameter, Umweltkompartiment und Aggregatzustand gegliedert und ermöglichen das rasche Auffinden einer anerkannten Analysenmethode.

Iron Castings Engineering Handbook



Herausgegeben von George M. Goodrich (Präs. d. Professionell Metallurgical Services) und William F. Shaw (Dir.i.R. d. Iron Casting Research Institute). Verlag der American Foundry Society, Des Plaines, Illinois 60016-8399, USA, 2004, gebunden, 420 Seiten, über 480 Abbn. u. 235 Tabellen. Format ca. 22x28 cm, ISBN: 0-87433-260-5. Preis: USD 200,–, AFS-Mitgl. USD 150,– zuzgl. Versand. Weitere Informationen: www.afsinc.org/estore.

Das in 13 Kapiteln von namhaften Fachleuten aus Wissenschaft und Praxis umfassend gesataltete Handbuch ist eine Neubearbeitung und auf heutigen Wissensstand gebrachte Ausgabe des 1981 erschienenen Iron Castings Handbook. Es soll gleichermaßen Gussherstellern, Konstrukteuren und Gussabnehmern als State-of-the-Art-Information über die Eisen-Gusswerkstoffe dienen. Die folgenden Themen werden eingehend behandelt:

Wirtschaftliche Betrachtungen u. Verfügbarkeit / Herstellungsverfahren / Normen, Qualitätskontrolle u. Prüfverfahren / Metallurgie der Gusseisenwerkstoffe / Konstruktive Gestaltung / Mechanische Eigenschaften der Gusswerkstoffe Grauguss, Temperguss, Gusseisen mit Kugelgrafit u. Gusseisen mit Vermiculargrafit / Hochlegierte Gusseisen / Physikalische Eigenschaften / Korrosions- und Verschleißverhalten / Wärmebehandlungs-

verfahren / Ausferritische Wärmebehandlung / Schweißen / Mechanische Bearbeitung / Oberflächenbehandlungsverfahren / Glossar u. Index.

Abrasion-Resistant Cast Iron Handbook



Herausgegeben und bearbeitet von George Laird, Richard Gundlach und Klaus Röhrig im Verlag der American Foundry Society, Des Plaines, Illinois 60016-8399, USA, 2000, gebunden, 222 Seiten, mit zahlreichen Abbn. u. Tabellen. Format ca. 22x28 cm, ISBN: 0-87433-224-9. Preis: USD 180,–, AFS-Mitgl. USD 135,– zuzgl. Versand.

Das Handbuch ist auch zum gleichen Preis auf CD-ROM erhältlich.

Weitere Informationen:
www.afsinc.org/estore.

Das in 10 Kapiteln aufgebaute Fachbuch ist *das Handbuch* für verschleißbeständige Gusseisen schlechthin und behandelt Herstellung, Eigenschaften und Einsatz dieser Spezialwerkstoffe ausführlich. Als Pflichtnachschlagswerk für Produzenten und Anwender basiert es auf langjähriger Praxiserfahrung und umfangreichen wissenschaftlichen und betrieblichen Forschungsergebnissen von mehr als einer Metallurgengeneration.

Die einzelnen Beiträge behandeln: Einführung in die Verschleißfesten Gusseisen / Erstarrung / Wärmebehandlung / Härteeinstellung d. Legieren / Morphologie, Mikrostruktur u. Eigenschaften / Qualitätskontrolle, Prüfung u. Normung / Herstellverfahren / Verschleiß- und Korrosionsverhalten / Anwendung / Glossar u. Index.

Buchbestellungen müssen an die neue Anschrift der AFS American Foundry Society, Inc., 1695 Penny Lane, Schaumburg, IL 60173 – 4237, Tel.: 847/(24-0181, Fax: 847/824-7848,

E-Mail: estoreservices@afsinc.org, gerichtet werden.

Österreichischer Zahlenspiegel – Jahresausgabe 2004



32 seitige Broschüre der STATISTIK AUSTRIA mit Daten aus den vielfältigen statistischen Informationen über Österreich: Räumliche Angaben / Konvergenzkriterien / Bevölkerung / Haushalte, Familien / Gesundheit / Bildung / Kultur / Beschäftigung u. Arbeitsmarkt / Soziale Sicherheit / Wohnungswesen / Preise, Löhne, Einkommen / Wissenschaft u. Technologie / Volkswirtschaft / Land- u. Forstwirtschaft / Produzierender Bereich / Binnenhandel / Verkehr / Tourismus / Außenhandel / Energie, Umwelt / Geld u. Kreditwesen / Zahlungsbilanz / Öffentliche Finanzen.

Einen Überblick über sämtliche Veröffentlichungen der STATISTIK AUSTRIA gibt die Internetseite www.statistik.at.

STATISTIK AUSTRIA, Bundesanstalt Statistik Österreich, A-1110 Wien, Guglgasse 13,
Tel.: +43 (1) 71128 7353.

VDGLIT Die Online-Literaturdatenbank des VDG

Die Internetadresse **www.vdglit.com** ist der kürzeste Weg zur weltweiten Gießerei-Fachliteratur. Diese vom Verein Deutscher Gießereifachleute eingerichtete Datenbank enthält mit Stand vom 6.August d.J. mehr als 360.000 Literaturhinweise mit aussagekräftigen Inhaltsangaben über weltweite Veröffentlichungen zum Giessereiwesen ab 1990. Die Datenbank wird monatlich aktualisiert. Neben einer komfortablen Rechercheoberfläche bietet die Datenbank über ein integriertes Volltext-Bestellmodul die Möglichkeit, Kopien der Originalveröffentlichungen von ausgewählten Literaturnachweisen online beim VDG-Informationszentrum zu bestellen. Vor der erstmaligen Benutzung der Datenbank VDGLIT ist eine Registrierung der Benutzerdaten erforderlich. Die Literaturrecherchen sind nicht kostenpflichtig. Gebühren werden erst für die Lieferung von Volltexten erhoben.

Weitere Informationen:
VDG-Informationszentrum Giesserei,
D-40042 Düsseldorf, Postf. 10 51 44,
Tel.: +49 (0)211 6871 246, Fax: 361,
E-Mail: infozentrum@vdg.de, www.vdg.de

Stahlguss – Herstellung – Eigenschaften – Anwendung



In einem bei der Zentrale für Gussverwendung in Düsseldorf erhältlichen Sonderheft der Zeitschrift „konstruieren + gießen" 29 (2004) Nr. 1, wird auf 80 Seiten alles Wissenswerte über den Stahlguss kompakt dargelegt. Das vom VDG/VdEH-Gemeinschaftsauschuss „Stahlguss" erarbeitete Informationsmaterial wendet sich an alle die Personenkreise, die sich mit dem Stahlguss befassen, vor allem die Gusskonstrukteure, die hiermit ein umfassendes Arbeitsmittel in die Hand bekommen, das ihnen die erforderlichen Informationen für die Verwendung des Gusswerkstoffes Stahl mit seiner großen Legierungs- und Anwendungsvielfalt gibt.

Nach einem informativen Teil, der dem Nichtfachmann einen Einblick in die Stahlgussfertigung zum besseren Verständnis gibt, stehen deshalb konstruktive Aspekte, die Computer gestützten Methoden der modernen Gussfertigung, die Möglichkeiten zum Wärmebehandeln und Schweißen dieser Gusswerkstoffe sowie die Methoden zum Prüfen und Überwachen der Stahlgussherstellung im Mittelpunkt des ersten Teiles der Informationsschrift.

Im zweiten Teil wird dann detailliert auf die einzelnen Sorten, deren Spezifika und erzielbaren Eigenschaften, gegliedert nach Stahlguss für allgemeine Verwendung, für das Bauwesen, für Druckbehälter, den hochfesten Sorten mit guter Schweißeignung, dem Vergütungsstahlguss, den warmfesten, kaltzähen, weichmagnetischen, nichtrostenden, hitzebeständigen, nichtmagnetisierbaren und verschleißbeständigen Stahlgusssorten ergänzt auf die Werkzeugstähle eingegangen.

Der dritte Teil befasst sich mit der nationalen und im Zeitalter der globalen Marktbeziehungen auch internationalen Normung, den technischen Lieferbedingungen und den genormten Prüfverfahren.

Im reich bebilderten Anhangteil werden charakteristische Anwendungsfälle aus dem breiten und vielfältigen Stahlgussspektrum gezeigt, so dass diese Broschüre auch Nichtkennern der Möglichkeiten des Stahlgusses einen Einblick in die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und Potentiale der aktuellen Stahlgusssorten gibt. Damit bekommen nicht nur Bauteilentwickler und -konstrukteur ein umfassendes Arbeitsmittel in die Hand, mit dessen Hilfe Konstruktionen in Stahlgussausführung ausgeführt werden können, sondern auch Auszubildende und Ausbilder ein informatives Nachschlagewerk.

Dieses Sonderheft von „konstruieren + gießen" kann für 12,00 € bei der ZGV – Zentrale für Gussverwendung im Deutschen Gießereiverband, Tel.: +49 (0)211 6871-282 , Fax: 264, E-Mail: zgv@dgv.de bezogen werden.

ÖSTERREICHS INDUSTRIE KENNZAHLEN 2004



Herausgeber: Sparte Industrie der Wirtschaftskammer Österreich, Wien, Juni 2004, 48 Seiten, http://wko.at/industrie

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

MASCHINENFABRIK LIEZEN
UND GIESSEREI GES.M.B.H.

MFL goes CNC

Die Stahlgießerei für Mittel- und Großserien der Maschinenfabrik Liezen und Gießerei GmbH erweitert Maschinenpark in der Rohgussnachbehandlung. Es wurden 2 CNC-gesteuerte Trenn- und Schleifautomaten der letzten Generation von der Fa. Maus investiert, die mit den bewährten Schleif- und Trennwerkzeugen von Schleifmittelhersteller Tyrolit ausgerüstet sind.



**MASCHINENFABRIK LIEZEN
UND GIESSEREI GES.M.B.H.
Werkstrasse 5, A-8940 Liezen**