

Giesserei Rundschau

Organ des Vereines Österreichischer Gießereifachleute,
des Fachverbandes der Gießereiindustrie und des Österreichischen Gießerei-Institutes

48. Jahrgang

November/Dezember 2001

Heft 11/12

Frohe Weihnachten

Wir bedanken uns für das in uns
gesetzte Vertrauen, sowie die gute
Zusammenarbeit und wünschen
geruhsame, friedvolle Feiertage,
sowie ein erfolgreiches
Neues Jahr 2002.

\ A / S / H /



ASHLAND-SÜDCHEMIE-HANTOS GMBH

MEMBER OF THE ASHLAND-SÜDCHEMIE GROUP



FUNKTIONELLE LÖSUNGEN ZU IHREM VORTEIL

zentriert

- sicheres Aufstecken der THERMO-Speiser auf die Aufformdorne
- schneller, wirtschaftlicher

fluorarm

- Fluor-Gehalt bis zu 50% reduziert
- verringerte Fluor-Anreicherung im Formsand
- verbesserte Gussoberfläche
- kostenneutral

punktuell

- PUNKT-Speiser für kleinste Aufsatzflächen
- keine Sonderbrechkerne

fluorfrei

- fehlerfreie Gussoberfläche
- keine Fluor-Anreicherung im Formsand
- verbesserte Deponiefähigkeit des Formsandes

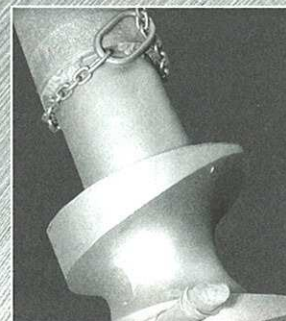
GTP SCHÄFER

GIESSTECHNISCHE PRODUKTE GMBH

Benzstraße 15
D - 41515 Grevenbroich
Telefon 0 21 81 / 23 39 40
Telefax 0 21 81 / 6 44 54
gtp.schaefer@t-online.de
www.gtp-schaefer.de



GUSS – PUTZEN, REINIGEN, MATTIEREN



Für jede Aufgabe erhalten Sie die richtige Strahlanlage:

Drucklufttechnik:

- Freistrahle-Einrichtungen
- Handstrahl-Kabinen
- Putzhäuser

Schleuderradtechnik:

- Drehtischanlagen
- Muldenbandanlagen
- Hängebandanlagen

Schlick Standard- und Spezial-Strahlanlagen lassen sich leicht in Gießerei-straßen integrieren, sind wirtschaftlich und mit wirksamen Filtern zum Schutz der Umwelt ausgestattet.

Druckluft-Strahlanlagen · Schleuderrad-Strahlanlagen · Lackieranlagen

Schmölzer Industrie Technik

Salzburger Straße 9 · A-8940 Liezen
Tel.: 0 36 12-2 28 36
Fax: 0 36 12-2 28 36-21
E-Mail: m.schmoelzer@ppl.at

USF
SCHLICK
Internet: www.schlick.de

USF 25 sw 03/00

Illichmann Aluminiumguss

Wir sind eine leistungsstarke Unternehmensgruppe in der Metallbranche mit Sitz im oberösterreichischen Salzkammergut und beliefern anspruchsvolle Kunden aus der Automobilbranche, dem Motorenbau und dem Schienenfahrzeugbau. Für den Vertrieb unserer hochwertigen Leichtmetallgussteile suchen wir zum ehest möglichen Eintritt eine/n erfahrene/n

VERTRIEBSLEITER/IN

mit mehrjähriger Erfahrung im Vertrieb und in der Personalführung.

sowie eine/n

VERTRIEBSMITARBEITER/IN

für die kompetente serviceorientierte Betreuung und Akquisition von Neukunden in Österreich und im Ausland
Im Vordergrund dieser attraktiven Position/en stehen die Umsetzung der expansiven Marketingstrategie sowie die kundenorientierte Koordination neuer Projekte mit den technischen Abteilungen der Produktionswerke.

Wir suchen teamorientiert arbeitende und verkaufserfahrene Persönlichkeiten, welche in dieser Branche oder einem ähnlichen Betätigungsfeld erfolgreich tätig sind. Erfahrungen aus der Kundenbetreuung in der Fahrzeugindustrie oder im Maschinenbau werden bevorzugt.

Weitere Voraussetzungen:

- solide technische oder kaufmännische Ausbildung
- Verhandlungspraxis
- Idealalter ab 30 Jahren
- mehrjährige Erfahrung im Vertrieb/Vertriebsleitung
- seriöses und überzeugendes Auftreten

Es wird Ihnen eine selbständige und vielseitige Tätigkeit mit attraktivem Einkommen, sowie die Möglichkeit zur erfolgreichen Weiterentwicklung im Unternehmen geboten.

Sollten Sie sich angesprochen fühlen, senden Sie bitte Ihre aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen samt Foto an:

Illichmann Aluminiumguss GmbH & Co. KG, Geschäftsführung,
Großalmstraße 5, A – 4813 Altmünster, 0043 (0) 7612/88055 - 0,
office@illichmann.com

Inhaltsverzeichnis:

Artikel	Seite
E. Ambros, F. Sigut	
Die verstärkte Integration der fertigungstechnischen Arbeitsvorbereitung in die Entwicklung höchstbeanspruchter gegossener Automobilteile – Vorschläge und Erfordernisse ..	3
R. Bähr	
Wege zur Ausschöpfung der Werkstoffpotentiale bei Aluminiumgusslegierungen im Automobilbau ..	6
Ines Hofmann, Sylke Kroetzsch, Norbert Miersch, Eberhard Ambros	
Rechnergestützte Arbeitsvorbereitung – Quelle der Rationalisierung ..	18
Verein Österreichischer Gießereifachleute ..	28
Personalia ..	30
Wir gratulieren ..	30
Neue Patente ..	31
Buchbesprechungen ..	32
Berichte von befreundeten Verbänden und Institutionen ..	32
Aus der Forschungsarbeit des ÖGI ..	33
ÖGI – Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben: 6. Internationales Workshop ..	33
Impressum ..	34

GIESSEREI - RUNDSCHAU

*Organ des Vereines Österreichischer Gießereifachleute, des Fachverbandes der Gießereiindustrie
und des Österreichischen Gießerei-Institutes*

Erscheint 6mal jährlich – Bezugspreis Inland S 655,- (€ 49,50) pro Jahr, Ausland S 802,- (€ 60,70) inkl. Porto pro Jahr – Das Abonnement ist jeweils einen Monat vor Jahresende kündbar, sonst gilt die Bestellung für das folgende Jahr weiter – Redaktion und Verwaltung: 1010 Wien 1, Ebendorferstraße 10, Telefon (01) 405 66 95, 402 51 29, Telefax (01) 406 86 93, e-mail: giesserei@verlag-lorenz.at – Nachdruck nur mit Bewilligung des Verlages gestattet. Unverlangt eingesandte Manuskripte werden nicht an den Autor zurückgeschickt. P.b.b. – Erscheinungsort: Wien, Verlagspostamt: 1010 Wien

48. Jahrgang

November/Dezember 2001

Heft 11/12

Die verstärkte Integration der fertigungstechnischen Arbeitsvorbereitung in die Entwicklung höchstbeanspruchter gegossener Automobilteile – Vorschläge und Erfordernisse

Ambos, E., Magdeburg, Sigut, F., Wien

Einleitung

Die Entwicklung höchstbeanspruchter gegossener Bauteile tangiert heute vorzugsweise die drei wichtigsten Teilsysteme von Automobilen: den Antriebsstrang, das Fahrwerk und die Karosserie. Ausgehend vom Bestreben nach geringster Masse der Bauteile, um den Kraftstoffverbrauch zu minimieren, werden alle Möglichkeiten genutzt, um die Festigkeitspotentiale der eingesetzten Werkstoffe auszuschöpfen. Das setzt stets die Beachtung des Zusammenwirkens von Werkstoffeigenschaften und Fertigungsverfahren voraus [1, 2]. Als dritter entscheidender Faktor ist die Gestaltung der Bauteile zu beachten. Sie verfolgt das Ziel die Bauteile derart konstruktiv auszulegen, daß mit minimalem Material- und Fertigungsaufwand die höchstmögliche Funktionserfüllung gewährleistet wird. Hohlprofile, Verrippungen, dem Kraftfluß angepaßte Wanddicken u. a. verdeutlichen die Bemühungen. Die gesamte Entwicklung vollzieht sich dabei unter einem enormen Zeitdruck, da die Modellwechselzeiten für Automobile immer kürzer werden. Angestrebt werden heute bereits Zeiten kleiner als 30 Monate [3]. Diese Zeiten werden als Voraussetzung angesehen, um sich auf dem aggressiven Automobilmarkt mit ca. 10 Mio. Fahrzeugeinheiten Überkapazität [4] behaupten zu können. Verschärft wird die Situation noch dadurch, daß ab Januar 2002 Gewährleistungsfristen von 24 Monaten gelten. Es dürfen also nur ausreichend erprobte Bauteile den Weg zum Kunden finden.

Gegenwärtiger Stand

Die zur Zeit bekannten Entwicklungszeiten für neue Automobilmodelle liegen zum Teil noch beträchtlich über den anvisierten 30 Monaten. Gerade erst veröffentlichte Daten [5] verweisen beispielsweise auf 60 Monate. Trotz der gegenwärtig noch relativ lang anmutenden Entwicklungszeiten ergeben sich, bedingt durch die extrem hohen technischen Anforderungen bei hohem Kosten- oder Preisdruck, maßgebliche Qualitätsprobleme. Nach [3] gibt es in vielen Unternehmen immer wieder ein Qualitätsdilemma. Es wird festgestellt: "Da treten am Ende des Entwicklungsprozesses, meist vor Beginn der Serienfertigung, Qualitätsprobleme auf: Einzelteile passen nicht zueinander, das Produkt funktioniert nicht zuverlässig, Lieferanten können plötzlich nicht liefern. Um diese zu beseitigen, setzt das Unternehmen enorme personelle Ressourcen ein. Doch die fehlen dann gerade in neu anlaufenden Entwicklungsprojekten. Damit sind die nächsten Qualitätsdefizite vorprogrammiert – ein Teufelskreis, der auf Dauer die gesamte Produktentstehung destabilisieren kann." Zahlreiche Gießereien sind von diesem unzureichenden Zustand voll betroffen. Eingeweihte wissen, daß in nicht wenigen Fällen Gußteile mit Ausschußraten an die Baugruppen- und Systemproduzenten oder die Automobilwerke geliefert werden, die in keiner Weise den Erwartungen entsprechen. Das führt zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten nicht nur in den Gießereien, sondern auch bei deren Abnehmern. Das prekärste Problem in dieser Situation ist der Verlust des Vertrauens in die Leistungsfähigkeit der Gießereien. Nicht selten findet

* Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. mult. E. Ambos, Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg
Prof. Dkfm. Ing. Dr. F. Sigut, beed. u. zertifiz. Sachverständiger, Wien

man bereits Überlegungen zu alternativen Werkstoffen oder Fertigungsverfahren zu wechseln.

Häufig werden durch zu hohe Ausschußraten auch die geforderten und vereinbarten Liefermengen für die Serienproduktion nicht realisiert.

Ursachen für die Qualitätssituation und Lösungswege zur Verbesserung

Die Ursachen für die vorstehend beschriebene Situation sind vielgestaltig. Ohne Priorisierung sollen nachstehend einige wichtige Ursachen - dem Erfahrungswissen entsprechend, aufgezeigt werden.

Es beginnt bekanntlich alles mit der Konstruktion der Bauteile. Trotz aller Fortschritte beim Simultaneous Engineering und der heute bereits häufig anzutreffenden Verfahrensweise, daß die Gießereien in einem sehr frühen Entwicklungsstadium einbezogen werden, sind viele Bauteile im Entwicklungsprozeß nicht fertigungstechnisch simuliert. Damit gelangen Konstruktionsunterlagen zu den Prototypenfertigern, die z. T. erhebliche Mängel in fertigungsgerechter Gestaltung aufweisen. Die Prototypenfertiger sind in der Lage, Teile auch mit Mängeln qualitativ einwandfrei zu fertigen. Dazu betreiben sie teilweise einen erheblichen zusätzlichen technologischen Aufwand (z. B. besondere Kühlmaßnahmen u. ä.). Die Maßnahmen lassen sich allerdings beim vorgesehenen Serienfertigungsverfahren wegen der angestrebten hohen Effektivität der Fertigung nicht realisieren oder nicht vertreten.

Einer der ersten Schritte, um den aufgezeigten Mangel zu beseitigen, wäre deshalb die unabdingbare Integration der Simulation der Fertigung bereits in die konstruktive Entwicklung. Unabhängig von dem Vollendungsgrad der konstruktiven Lösung und trotz noch vieler zu erwartender Änderungen könnten auf diese Weise bereits in frühem Stadium grobe Mängel aus fertigungstechnischer Sicht erkannt und ausgeschieden werden.

Eine andere Maßnahme von entscheidender Bedeutung wird nach [7] gegenwärtig im Rahmen eines umfangreichen, vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten, Forschungsvorhabens verfolgt. Es geht dabei um die Entwicklung technischer Lösungen für die Prototypenfertigung, mit denen diese unter weitestgehend der Serienfertigung entsprechenden Bedingungen erzeugt werden. Das erfordert zwar gegenüber der heute oft gewählten Vorgehensweise mehr Aufwand und Zeit für die Fertigung der Prototypen, schlägt sich letztendlich aber in einer bedeutenden Verkürzung des Gesamtprozesses und vor allem der wesentlichen Reduzierung von Anlaufschwierigkeiten nieder.

Es ist nicht unbekannt, daß es immer wieder Diskussionen um die Höhe der Aufwendungen für die Entwicklung gibt. Es ist aber auch gesichertes Erfahrungswissen, daß sich dann, wenn es bedeutende Qualitätsabweichungen oder unzureichende Liefermengen, vorwiegend beim Serienanlauf neuer Automodelle, gibt, sich dann fast keine Grenzen in

der Bereitstellung von Finanzmitteln und Personal für die Beseitigung der mißlichen Situationen auftun.

Eine andere wesentliche Ursache für das Auftreten von unbeabsichtigten und unerfreulichen Produktionsergebnissen wird in der ungenügenden wissenschaftlichen Durchdringung der Gießereiprozesse gesehen. Der Gießereiprozeß ist apriori einer der kompliziertesten technologischen Prozesse. Er ist, wie kein anderer gekennzeichnet, durch Phasenwechsel (flüssig - fest), Gefügeumwandlungen im festen Zustand, hohe Verarbeitungstemperaturen, den Kontakt von Schmelzen mit homogenen (luft- und gasundurchlässigen), aber auch inhomogenen festen Medien sowie durch z. T. extrem hohe Strömungsgeschwindigkeiten (beim Druckgießen) und den Kontakt des flüssigen Metalls mit Sperrschichten oder -gasen.

Bei allen Fortschritten in der Anlagen- und Automatisierungstechnik in den Gießereien muß man beim gegenwärtigen Stand von einer überwiegend unbefriedigenden Situation ausgehen. Nur in einer relativ bescheidenen Zahl von Anwendungsfällen werden die technologischen Parameter beim Gießen weitestgehend erfaßt. Oft werden nur von Zeit zu Zeit stichprobenartig einige Meßwerte z. B. Temperaturen ermittelt werden. Damit ist es nur unzureichend möglich Aussagen zu treffen, unter welchen technologischen Bedingungen die Grenzen technologisch zulässiger Bedingungen überschritten werden und Qualitätsmängel festzustellen sind. Es dominiert also das subjektive Erfahrungswissen des "Mannes vor Ort". Das schlägt sich auch deutlich in den Ausschußzahlen nieder, besonders bei Personalwechsel.

Ein weiterer maßgeblicher Mangel wird in der Tatsache gesehen, daß die Beziehung der Qualität jedes gegossenen Teils zu den Momentanwerten der technologischen Parameter im Augenblick des Gießens fehlt. Heute findet man überwiegend das Arbeiten mit "Gießuhren". Auf diese Weise sind die Aussagen über den Zusammenhang von Qualitätsergebnissen, Werker und Werkzeugen (Maschine) auf die globalen Aspekte beschränkt, beispielsweise in der Art, daß Gußstück Nr. A in der Schicht B des Tages C vom Mitarbeiter D mit einer Stückzahl E und einem Gesamtausschuß von F Stück gefertigt wurden.

Die Situation wird insgesamt noch dadurch erschwert, daß die "technologischen Fenster", d. h. die zulässigen Grenzen der technologischen Parameter weiter schrumpfen. Das resultiert vorzugsweise aus der immer stärkeren Annäherung an die Grenzen der Werkstoffpotentiale, der Ausführung geringster Wanddicken bei großflächigen Bauteilen sowie den wachsenden Forderungen nach Einschränkung des Anteils von Poren und Blasen. Bereits geringe Abweichungen der Fertigungsbedingungen führen deshalb zu Qualitätsmängeln. Am markantesten tritt das beim Thixocasting zu Tage. Bei diesem Fertigungsverfahren verschieben bereits Temperaturabweichungen von 1° C den Anteil von flüssiger und fester Phase nachdrücklich. Dazu kommt, daß Lage und Abmessungen der "technologischen Fenster" überwiegend unbekannt sind.

Worin werden nunmehr Möglichkeiten gesehen,

die unbefriedigende und alle Beteiligte belastende Situation zu verändern?

1. Es ist erforderlich, den vorstehenden Sachverhalten durch nachstehende Maßnahmen zu begegnen:

- die Einführung von Sensoren und Meßgeräten für die wichtigsten Einflußgrößen sowie die Speicherung der Meßwerte, um lückenlos die Fertigungsbedingungen zu kennen,
- die Codierung jedes einzelnen Gußstückes bzw. jedes einzelnen Abgusses um die Qualität jedes Gußstückes/Abgusses mit den Momentanwerten der technologischen Parameter korrelieren zu können,
- die objektive, möglichst automatische Qualitätsbewertung sowie
- die Einführung geeigneter Software, um die Auswertung der großen Datenmengen rechnergestützt und in kurzen Zeiten vornehmen zu können.

Mit diesem Vorgehen wird es möglich, eine qualifizierte Prozeßüberwachung zu realisieren. Nutzt man diese bereits in der "Einfahrphase" neuer Werkzeuge und Maschinen oder Anlagen, so wird ein sicheres Fundament für einen reibungsarmen Serienanlauf gelegt.

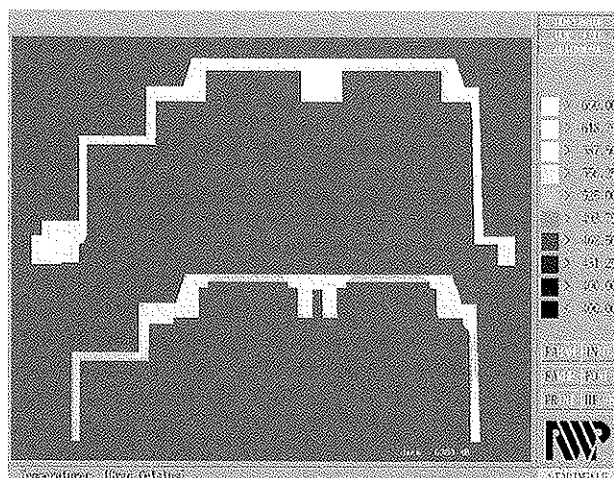
Auch in der Phase der Serienfertigung selbst verfügt man damit über ein Instrumentarium, um eine hohe Stabilität der Fertigung bei bestmöglichen Qualitätsergebnissen zu gewährleisten. Ein Großteil der heute unerfreulichen Ergebnisse könnte damit bereits vermieden werden.

2. Ein weiterer Schritt wird in der Einführung der Prozeßregelung beim Gießen gesehen. Hierfür ist eine außerordentlich große Zahl von Forschungsaufgaben zu lösen, um den gesamten Fertigungsprozeß messen und regeln zu können. Beispielsweise gehören dazu Sensoren für die ständige Erfassung der Qualität der Schmelze, die Entwicklung neuer Transportmittel und Warmhalteöfen, die die Oxidation und Gasaufnahme des Flüssigmetalls weitestgehend vermeiden und vieles andere.

Es ist vorstellbar und anstrebenswert, daß ein solches umfängliches und anspruchsvolles Verbundforschungsvorhaben mit der Kraft und Leistungsfähigkeit aller zuständigen Universitäten und Hochschulen, der kompetenten Forschungsinstitute, den Gießereianlagenbauern, den Werkzeugspezialisten und einer Vielzahl von Gießereien in Abstimmung mit der Automobil- und Automobilzulieferindustrie in Angriff genommen und gelöst wird. Erste Grundlagen dafür wurden in [8] erarbeitet.

3. Die künftige fertigungstechnische Vorbereitung hoch anspruchsvoller Großserien- oder Massenteile erfordert eine neue, wissenschaftlich fundierte Grundlage. Beispielhaft soll das nachstehend erläutert werden.

- Im Vorstehenden wurde noch der Begriff "technologisches Fenster" verwendet. Das ist eine erhebliche Vereinfachung. Tatsächlich handelt es sich nicht um eine zweidimensionale Beschreibung der zulässigen technologischen Einflußparameter,



Simulation eines Druckgußteils (Deckel), oben: mit Hot-Spots (örtlich helle Bereiche), unten: ohne Hot-Spots (nach konstruktiven Änderungen)

sondern um eine vieldimensionale. Es gilt also in Analogie zu der von [9] vorgeschlagenen Vorgehensweise zur Beschreibung der Realisierbarkeit einer Anfrage einen Lösungsansatz für das zusammenfassende Wirken der technologischen Parameter zu finden. Der zulässige, mehrdimensionale Raum ist zu finden und zu beschreiben, der für die jeweiligen speziellen Bedingungen gültig ist. Hierfür findet sich unter Nutzung der statistischen Versuchsplanung ein erfolgversprechendes Feld für die Grundlagenforschung.

- Es gilt weiterhin das Instrumentarium der technischen Hilfsmittel bei der Fertigstellungsvorbereitung zu erweitern. Über die Nutzung des gegenwärtigen Standes der thermischen Simulation hinaus sollten gedankliche Anleihen bei den Motorentwicklern genommen werden. Dort ist es selbstverständlich, daß sie trotz der Funktionssimulation von beispielsweise Zylinderköpfen die Strömung in den Wasserräumen mit Hilfe durchsichtiger Modelle untersuchen, um Toträume auszuschließen. Die Gießer legen jedoch nach wie vor Lage, Gestalt und Abmessungen der Anschnitt- und Speisesysteme aus reinem Erfahrungswissen fest. Im aufwendigen Trial- & Error-Prozeß versucht man sich dann einer zufriedenstellenden Lösung anzunähern. Auch auf diesem Gebiet harren zahlreiche Aufgaben ihrer Lösung. Bedeutende Effekte können damit erschlossen werden.

Zusammenfassung

Die sich ständig verschärfenden Bedingungen auf dem Weltmarkt zwingen zum Überdenken des bisher erreichten Standes der Arbeitsvorbereitung in den Gießereien. Es werden Vorschläge unterbreitet, auf welche Weise den künftigen Erfordernissen entsprochen werden kann: verstärkte Nutzung der Simulationstechnik des Gießens in der konstruktiven Phase von Bauteilen, seriennahe bzw. -identische Prototypenfertigung, Prozeßüberwachung und -regelung sowie verstärkte Grundlagenforschung.

Literatur

- [1] Behm, I.
"Entwicklung hochbeanspruchter Motorenbauteile"
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,
Dissertation August 2001
- [2] Feikus, F. J.; Hensler, L.; Lellig, K. und Otte, M. O.
"Optimierung einer AlSi-Gußlegierung und
anwendungsorientierte Entwicklung der Gießtechnik
zur Herstellung hochbelasteter Motorblöcke"
Giesserei 88 (2001) 11, S. 25 – 32
- [3] Anonym
"Quality Gats verhindern den Garantiefall"
VDI nachrichten (2001) 14, S. 13
- [4] Weißgerber, F.
"20 % Luft in den Fertigungskosten"
Automobilproduktion (2002) Oktober, S. 40 - 42
- [5] Anonym
"60 Monate in geheimer Mission"
Automobil-Produktion (2001),
Sonderheft Mercedes-Benz SL, S. 36 – 38
- [6] Ambos, E.
"Perspektiven und weitere Lösungsansätze zur
Gewährleistung zukünftiger Anforderungen an
Motorkomponenten"
Gießtechnik im Motorenbau
VDI-Berichte Nr. 1564, Februar 2001
- [7] Ambos, E. und Behm, I.
"Rapid Tooling von Druckgießformen"
ATZ Automobiltechnische Zeitschrift
103 (2001) 3, S. 226 – 230
- [8] Meinen, M.
"Optimierung der Prozeßparameter beim Druckgießen"
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Juli 2001
- [9] Pfisterer, W.
"Vervollständigung und Bewertung von Anfragen auf
Realisierbarkeit bei der Angebotsbearbeitung in
Gießereien"
Dissertation, Universität Magdeburg 1999

Wege zur Ausschöpfung der Werkstoff- potentiale bei Aluminiumgusslegierungen im Automobilbau *)

Bähr, R., Magdeburg

1 Das Automobil und sein Einfluss auf die Werkstoffentwicklung

Als sich Ende des 19. Jh. die ersten Automobile ohne menschliche Muskelkraft fortbewegten (Bild 1), da ahnte noch keiner, dass das 20. Jh. als das Jahrhundert des Automobils in die Geschichte eingehen wird. Und

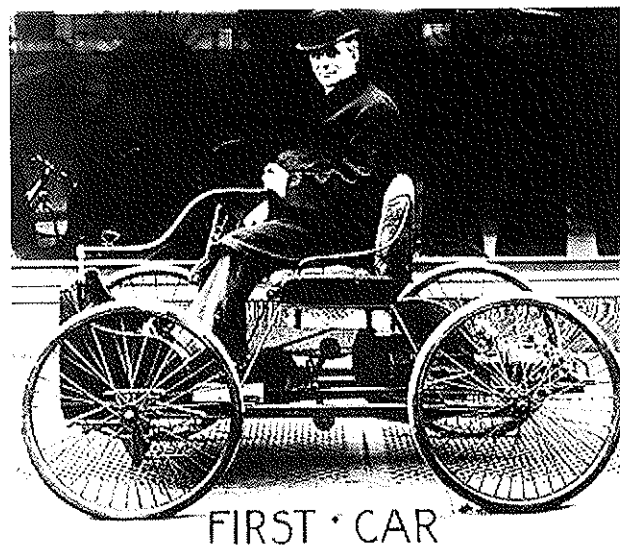


Bild 1. Henry Ford sitzt in seinem ersten Automobil, dem "Quadricycle" mit 4-PS-Motor von 1896, dem man noch die Kutschenähnlichkeit ansieht und wo noch der Werkstoff Holz dominierte /1/

in der Tat, kein anderer Produktionsbereich hat das menschliche Leben so nachträglich in diesem Jahrhundert geprägt. Gemeint ist damit vor allem der sich in den zwanziger Jahren in den USA durch das zunehmend für alle Menschen verfügbare Automobil herausbildende Individualverkehr, als Henry Ford mit dem legendären Ford T, im Volksmund liebevoll "Tin Lizzy" (Blech-Liesel) genannt, seine Vision von dem für alle Menschen erschwinglichen und nutzbaren Automobil durch die kostengünstige Serienfertigung am Band realisierte. Ab Mitte des 20. Jh. begann sich der Individualverkehr auch in Europa und nach und nach in den anderen Teilen der entwickelten Welt durchzusetzen und den Schienenverkehr als das bis dahin wichtigste Personenbeförderungsmittel abzulösen. Umwelt-, Treibstoff-, und Platzprobleme konnten an diesem Siegeszug nicht ändern. Zugeparkte Städte, lange Staus auf Autobahnen und wichtigen Verbindungsstraßen, Abgase und Lärm durch den vorbeifahrenden Verkehr gehören noch heute zum gewohnten Straßenbild in allen entwickelten Ländern, da die weiter dynamisch zunehmende Verkehrsdichte mit ihren Problemen die Erfolge der technologischen Weiterentwicklung im Automobilbau in vielen Belangen übersteigt. Die Entwicklung der Branche hat alle diese Probleme aber grundsätzlich mehr oder weniger schnell einer Lösung zugeführt, so dass die Dominanz des Automobils im Individualverkehr auch heute noch konkurrenzlos ist.

*) Hon.-Prof. Dr.-Ing. habil. Rüdiger Bähr, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung in Anlehnung an den Vortrag zum Österreichischen Gießertag, Wien 27. April 2001

Allerdings hat diese erfolgreiche Entwicklung, die nun schon weit über hundert Jahre anhält, auch ihre handfesten Ursachen. Nach der frühen Entwicklungsphase fahrfähiger Antriebe und manufaktuell gefertigter Automobile durch individuelle Leistungen einzelner herausragender Techniker, setzte mit der Ford-T-Fertigung die industrielle Serienproduktion am Band ein, die prinzipiell bis heute in dieser Branche dominiert. Allerdings nicht mehr in ihrer anfangs starren von manuellen Tätigkeiten vieler Menschen gekennzeichneten tayloristischen Arbeitsteilung, sondern als computergesteuerte, hochautomatisierte Produktionsanlagen, die dem Menschen nur noch Kontroll- und Regulierungsaufgaben abfordern und flexibel in kürzester Zeit auf die geforderte Fertigungsaufgabe ausgerichtet werden können. Natürlich steigt mit zunehmender Automatisierung der Produktion auch die Leistungsfähigkeit an, so dass der weiter zunehmende Bedarf an Automobilen abgedeckt werden kann. Weiterhin ist der Entwicklungsweg des Automobils begleitet von Leistungssteigerungen, Komfortverbesserungen und zunehmenden Sicherheitsmaßnahmen, die das Automobil sicherer, umwelt- und nutzerfreundlicher werden lassen (**Bild 2**).

Die hier betriebenen Aufwände waren und sind heute noch enorm und werden vom Normalverbraucher vielfach gar nicht bemerkt (**Bild 3**). Das hat im Laufe der Jahre dazu geführt, dass die Automobilindustrie zum Schrittmacher aller industriellen Fertigungsbereiche wurde. Zu Beginn des 21. Jh. ist diese Branche entwicklungs- und fertigungsseitig allen weit voraus und das nicht nur im nationalen, sondern auch im internationalen Geschäft der sich globalisierenden Weltwirtschaft. Neben den wichtigsten technischen und fertigungsorganisatorischen Weiterentwicklungen kommen auch die modernen Strategien der Kunde-Lieferanten-Beziehungen, wie Just-in-Time-Fertigung und Lieferantenbewertungssysteme, aus der Automobilbranche.

So vielschichtig wie die Baugruppen und deren

Fertigungsverfahren sind im Automobilbau auch die Anwendungsfälle für die verschiedenen Werkstoffe. Anfangs dominierte das Holz, da sich die ersten Automobile an den bewährten Bauformen der Pferdekutschen orientierten, wurde aber mit zunehmender Leistungsfähigkeit durch geschmiedete und gegossene Eisenwerkstoffe ersetzt. Neben den metallischen Werkstoffen haben im Verlauf des 20. Jh. auch die Kunststoffe, Keramik, Verbundstoffe und neue Werkstoffentwicklungen Eingang in das Automobil gefunden. Als 1885 die ersten spezifischen Antriebsmaschinen ohne Menschenkraft als Basis für den Automobilbau entwickelt waren, standen die Eisenwerkstoffe und mit ihnen die Blech- und Gussteilfertigung in voller Blüte. Lange dominierten deshalb Teile aus Eisen – Kohlenstoff-Werkstoffen im Automobil und vor allem im Antriebsstrang.

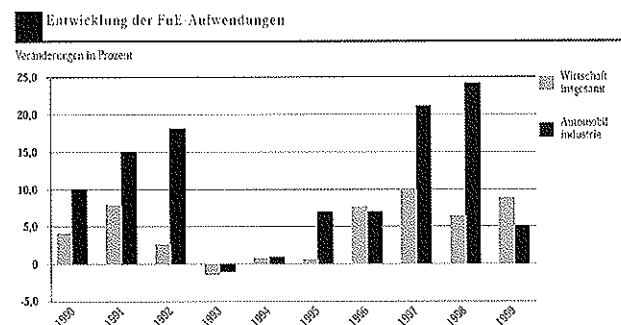


Bild 3. Die hohe Leistungsfähigkeit im Automobilbau war und ist mit hohen FuE-Aufwendungen verbunden, die grundlegende Basis der erfolgreichen Entwicklung dieser Branche bis ins 21. Jh. sind /3/

Autos bestanden bis weit in die zweite Hälfte des 20. Jh. zu über 80 % aus Eisen- und Stahlgussteilen sowie Stahlblechteilen. Heute im Zwang leichtere Fahrzeuge mit verringertem Treibstoffbedarf und damit reduziertem Abgasanfall bei weiterer Leistungssteigerung zu fertigen, haben hier die Leichtmetallgussteile und die Kunststoffe eine Vorrangstellung eingenommen, ohne aber die Eisenwerkstoffe grundsätzlich zu ersetzen.

Über 50 % der Bauteile sind heute aus Kunststoffen, lediglich die Wärme- und Vibrationsdämpfung des Gusseisens ausnutzenden Motorenteile sind heute noch aus Gusseisen, aber auch hier mit zunehmendem Anwendungsbereich der modernen Leichtmetalle auf absteigendem Niveau. So sind die Gießereien nach wie vor ein wichtiger Partner der Automobilindustrie, die sich deren schnellen und erfolgreichen Entwicklungstempo mit eigenen innovativen Leistungen angepasst hat.

2 Gegenwärtige und zukünftige Anforderungen der Automobilindustrie

Die Automobilindustrie ist seit Jahren der wichtigste Motor der wirtschaftlich-technischen Weiterentwicklung in den produzierenden Indus-

100 Jahre PKW-Verbrennungsmotoren

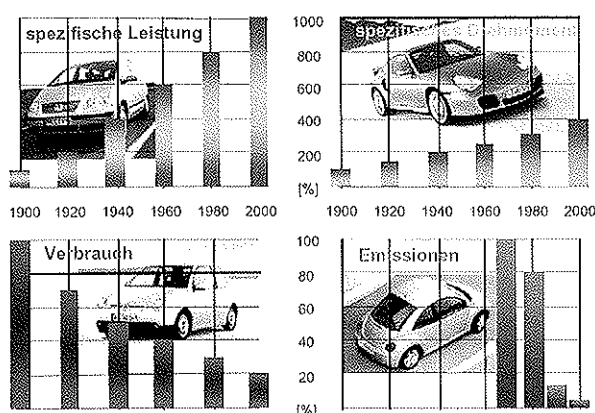


Bild 2. Die beachtlichen Leistungen des Automobilbaus im 20. Jh. lassen sich anschaulich an den trotz enormer Leistungssteigerungen verringerten Kraftstoffverbrauchs- und Emissionswerten darstellen /2/

triebereichen Deutschlands. Sie hat damit maßgeblich auch zur dynamischen Entwicklung in den anderen Industriebereichen beigetragen und war dabei immer in vorderster Reihe zu finden, wenn es um High-Tech-Entwicklungen, Anwendung neuer Verfahren und Erzeugnisse sowie modernster Computer- und Multimedialechniken ging. Eine entsprechende Initialwirkung auf die **Weiterentwicklung im Zulieferbereich** war die Folge und bestimmt heute noch die Beziehungen und den Umgang zwischen Zulieferer und Automobilbau. Die Zulieferunternehmen und unter ihnen auch die Gießereien haben erkannt, dass sie bei diesem Entwicklungsprozess Schritt halten müssen, wenn sie weiter von dieser Zusammenarbeit partizipieren wollen. Vor allem der Wandel im letzten Jahrzehnt des 20. Jh. machte nicht vor den traditionell gewachsenen Strukturen halt. Die steigenden Forderungen des Marktes und die Globalisierung der Automobilbranche gaben andererseits aber auch neuen Firmen im High-Tech-Bereich genügend Chancen sich am Markt zu etablieren. Heute gibt es eine große Zahl von Zulieferern für hochentwickelte Gussteile aus dem Antriebsstrang und dem Fahrwerk, für Spritzgieß- und Leichtmetall-Druckgussteile sowie Blechumformungskomponenten, aber auch in den Bereichen Sondermaschinen- und Vorrichtungsbau sowie Kunststofffertigung.

Wo liegen nun die **Anforderungen der Automobilindustrie an die Zulieferindustrie** von heute und morgen? Das Automobil der Zukunft wird vielfältiger sein und deshalb in einer größeren Variantenvielfalt produziert werden. Es enthält viele Innovationen und Modernitäten, die es wettbewerbsfähig machen. Es ist sicher und leicht zu nutzen, wirtschaftlich herstellbar durch verringerte Entwicklungsaufwände und -zeiten, prozesssichere Herstellung, höhere Lebensdauer und Korrosionsbeständigkeit sowie umweltfreundlich durch hohen Recyclinganteil und die Verwendung umweltverträglicher Rohstoffe. Durch diese Maßnahmen soll das Automobil auch zukünftig weltweit bezahlbar und wettbewerbsfähig bleiben.

Beschaffungsstrategien und -volumen haben sich im Automobilbau stark geändert, worauf die Zulieferindustrie reagieren muss. Das Beschaffungsvolumen hat sich allein in den neunziger Jahren als Folge des Outsourcings und der Globalisierung allein bei VW mehr als verdoppelt. Bei den anderen ebenfalls global tätigen Automobilbauern ist das ähnlich. Da spielen schon aus logistischen Gründen geografische Nähe der Zulieferer eine bedeutende Rolle. Die strukturellen Veränderungen auf diesem Gebiet in den letzten Jahrzehnten verdeutlicht ein kurzer geschichtlicher Rückblick. War in den Nachkriegsjahren durch mangelnde Infrastruktur-entwicklung im Zulieferbereich infolge des Krieges eine Versorgung um jeden Preis an der Tagesordnung, konnte man in den sechziger Jahren mit zunehmender Zuliefererbreite zum preisbewussten Einkaufen übergehen. In den siebziger Jahren erschloss man sich die Wirtschaftlichkeitseffekte einer gezielten und geregelten Materialverwaltung, in den achtziger

Jahren die des optimierten Einkaufs und der logistischen Aufwände. Hier sei nur an die Lieferung der Bauteile in der Just-in-Time-Strategie, das heißt Lieferung erst direkt vor der Nutzung, erinnert. Die neunziger Jahre waren gekennzeichnet von Globalisierungsbestrebungen in allen Automobilbereichen. Jetzt waren länderübergreifende Lösungen gefragt, man kaufte global auf dem Weltmarkt ein (Global Sourcing), wo das Preis-Leistungs-Verhältnis am günstigsten war. Weitere wirtschaftliche Effekte brachte das Fertigen ganzer Baugruppen und Komponenten an verschiedenen Standorten und die Lieferung dieser in die weltweit angesiedelten Produktionsstätten (Innovative Stufenkonzepte). Heute dominiert in diesem Bereich das Innovationsmarketing, bei dem weltweit über Internet und Intranet alle Zulieferungen angefragt, geordert und bestellt werden. An die Lieferanten werden dabei zukünftig verstärkt höhere Anforderungen bezüglich der Komplexität und der technologischen Kompetenz gestellt, die ihn vom früher vorherrschenden Teilelieferanten über den Komponentenlieferanten zum **Modul- und Systemlieferanten** weiterentwickeln werden, der sowohl Entwicklungs- als auch umfassende Fertigungskompetenz in den Lieferumfang einbringen muss.

Das erfordert von den zuliefernden Unternehmen neben den reinen Produktionsaufgaben eine Entwicklung in Richtung **Systemlieferant** zu durchlaufen, um nicht mehr nur eine "verlängerte Werkbank" sein zu müssen, sondern neben der reinen Fertigung das dort vorhandene Wissen multinational, also weltweit, in die Bauteilentwicklung und die umfassende Qualitätssicherung des gesamten Fertigungsprozesses einbringen zu können. Diese Zusammenarbeit sozusagen zum Nutzen aller Beteiligten ist die Basis für eine langfristige Zusammenarbeit, da alle Partner über notwendiges spezielles Know How verfügen. Wichtige Voraussetzungen für diese heute immer mehr international ablaufende Zusammenarbeit sind Qualitätsfähigkeit, Liefersicherheit, Flexibilität und ein gutes Preis/Leistungsverhältnis der eigenen Erzeugnisse. Durch die Entwicklung innovativer Produkte und Verfahren muss ein Technologievorsprung erreicht werden, der Wettbewerbsvorteile schafft, Kosten senkt, Qualität verbessert und Arbeitsplätze sichert.

Zur Erzielung größtmöglicher Kundenzufriedenheit setzt VW derzeit auf zwei **Beschaffungsstrategien**, das Forward Sourcing bei Neuteilbeschaffung für bestehende und neue Modelle sowie das Global Sourcing für Serienteile bei bestehenden Modellen. Hierbei kommt der Lieferantenbewertung und deren Nutzung modernster Technologien, wie z. B. die der Informationstechnik, eine große Bedeutung zu. Neben der Nutzung des weltweit gebündelten Konzernwissens über das Intranet und Internet sind weltweiter Zugang zu den neuesten Technologien und Erzeugnissen und eine Transparenz des Marktes Anforderungen an den Zulieferer von morgen. Bereits heute werden über die Zentrale in Wolfsburg bei 4600 aktiven Zulieferern (LES) etwa 80.000 Teile über GAS/LES angefragt.

Die **Lieferbeziehungen** zum Automobilbau sind deshalb heute geprägt durch einen ständigen und schnellen Weiterentwicklungsprozess, der folgenden Trends unterliegt:

- die sich verringernde Fertigungstiefe führt zu einem erweiterten Leistungsangebot der Zulieferer,
- das steigende Tempo in der Produktentwicklung erfordert ein schnelleres Reagieren und Lösen der Zulieferaufgaben,
- die steigende Komplexität der Produkte führt zu einer Entwicklung des Zulieferunternehmens zum System- und Modullieferanten,
- die Veränderungen in den Kunde-Lieferantenbeziehungen erfordern die Generierung innovativer Dienstleistungen,
- Ressourcenschonung und steigendes Umweltbewusstsein führen zunehmend zur Herstellung recycelfähiger Produkte.

Hier spiegeln sich die weltweit in der Automobilbranche zu verzeichnenden **Entwicklungsrichtungen** zum Leichtbau, zur Erhöhung der Motorleistung, zum Einsatz neuer Kraftstoffe, zur weiteren Verbesserung von Sicherheit und Komfort, zur breiten Nutzung der Computertechnik und zur verstärkten Beachtung des Umweltschutzes und der Ressourcenschonung wieder. Um unter diesen Bedingungen wettbewerbsfähig zu bleiben, sind die Automobilbauer aus Zeit- und Kostengründen bestrebt, ihre Fertigungstiefe zu verringern. Das führt zwar beim Zulieferer einerseits zu erhöhten Aufwendungen, da komplexere Fertigungsaufgaben auf ihn zu kommen, aber beinhaltet auch andererseits durch die Realisierung größerer Anteile an der Wertschöpfungskette neue Chancen für eine Erweiterung und Verbesserung der Marktpresenz sowie einer höheren Gewinnerschöpfung beim Zulieferer.

Wo liegen nun die Aufgaben und Herausforderungen für die Zuliefernden Gießereien?

Ein Schwerpunktbereich der **Gussanwendung** im Automobil ist der **Motor**. Die Gussteile werden komplizierter, weitere Massereduzierungen über Maßnahmen im Werkstoffbereich und die Fertigungsoptimierung stehen ganz weit oben im Anforderungskatalog der Automobilproduzenten an die Zuliefernden Gießereien. Bei etwa gleichbleibenden Massen steigen die Motorleistungen und damit die Beanspruchungen dieser Gussteile ständig an, was eine große Herausforderung für die Qualitätssicherung in der Gussproduktion darstellt. Und dieser Entwicklungstrend geht weiter. Die ständig steigenden Beanspruchungen der Gusswerkstoffe bringen diese immer mehr in ihre Grenzbelastungsbereiche und dabei sollen sie noch funktionssicherer arbeiten als bisher.

Unter dem Gesichtspunkt umweltverträglicher und sparsamer arbeitender Motoren kommt der Entwicklung des **Dieselmotors** derzeit eine große Bedeutung zu (**Bild 4**). Auch hier werden für die einzelnen Motorenkomponenten weiter steigende Beanspruchungen prognostiziert (**Bild 5**). Deshalb werden die spezifischen Belastungen dieser Gusskomponenten steigen, welche ihre Ursachen in den

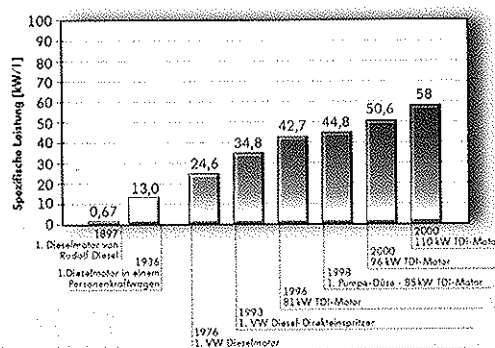


Bild 4. Seit der Erfindung des Dieselmotors 1897 wurde die Einspritztechnik ständig verbessert, was bedeutend die Leistungsfähigkeit und damit die zunehmende Akzeptanz im Personen- und Lastbeförderungsverkehr förderte /4/

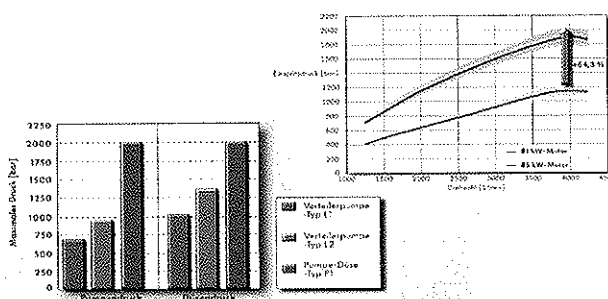


Bild 5. Die bedeutenden Leistungssteigerungen moderner Dieselmotorausführungen führen zu hohen Anforderungen an die Motorenteile und damit auch an die Gussteile /4/

angestrebten Verbesserungen bezüglich Komfort, Umweltverträglichkeit und Kostenreduzierungen haben. Als ein bedeutender Motor dieser Entwicklung werden auch weiter verschärfte Gesetzesforderungen auftreten. Komplizierter werdende Gusskonturen und -formen, enger werdende Maßtoleranzen, immer leistungsfähigere Werkstoffe und effizientere Fertigungslösungen stellen hierbei immer höhere Ansprüche an die Werkstoffentwickler einerseits sowie die Formen- und Kernfertigung, Metallurgie- und Gießtechnik in den Gießereien andererseits. Die Vorteile des bei der Fertigung von Zylinderkurbelgehäusen im PKW-Bereich dominierenden Aluminiums liegen in dessen Leichtbaupotential, wofür höhere Kosten beim Werkstoff sowie bei Festigkeitseinstellung und Qualitätssicherung in Kauf genommen werden. Eine bedeutende Kostensenkung und weitere Leichtbaupotentiale verspricht man sich von der Fertigung im Druckgießverfahren in einer kostengünstigen **Opencodeversion**, die dünnste Querschnitte selbst in höchst belasteten Bereichen erlauben würde.

Potentiale zur weiteren Massereduzierung enthält auch das Gussteil **Zylinderkurbelgehäuse** im LKW-Bereich. Werden derzeit noch aus Sicherheitsgründen die schwereren Gusseisenteile bevorzugt, lassen sich Lösungen zu Leichtbau unter Nutzung moderner Technologien, wie Laser-, Plasma, Luftspritzen, aber bereits absehen und werden in diesen traditionellen Eisengussbereich eindringen. Leichtbau durch neue

konstruktive Lösungen und spezielle Al-Mg-Werkstoffe ist hier ebenfalls möglich. Potentiale zur Verbesserung der Akustik und des Eigenschaftsprofils sind durch diese Werkstoffkombinationen weiterhin auf der Vorteilseite zu haben. Gießereizulieferer befassen sich deshalb mit der Herstellung komplett bearbeiteter und montierter Zylinderköpfe einschließlich Zylinderkurbelgehäuse als integrierte Produkte. Hierbei stehen neue Werkstoffe, innovative Herstellungstechnologien und die Entwicklung von variablen elektrischen Ventilsteuerungen im Mittelpunkt der gemeinsamen Forschungsarbeit zwischen Automobilhersteller und Gießerei, die vor allem der **Dieselmotorentwicklung** neue Impulse geben werden.

Dem **Zylinderkopf**, heute ein hochentwickeltes Aluminium-Gussteil, kommt bei den Aufgaben zur Kraftstoffeinsparung und Verringerung der Abgaswerte eine zentrale Bedeutung zu. Als modernes Gussteil sind entsprechende Weiterentwicklungen bei den Legierungen, Gieß-, Schmelz- und Kernfertigungsverfahren erforderlich, um dieser Aufgabenstellung gerecht zu werden. Lösungen zur Verbesserung der mechanischen Kennwerte sind erprobt, erfordern aber noch eine Anpassung an die breite Seriennutzung. Das Herstellen von Zylinderköpfen mit genau eingestellten spezifischen Eigenschaften in bestimmten Bereichen des Gussteils ist heute prinzipiell möglich. Zum Einsatz kommen Werkstoffverbünde und sogenannte Gradientenwerkstoffe, die aus Werkstoffverbünden mehrerer Legierungen mit partiell erforderlichen Eigenschaften für das Gussteil bestehen. Die dazwischenliegende Gradierungsschicht besteht aus einer Mischung der beteiligten Stoffe und besitzt daher auch spezifische Eigenschaften, die gezielt ausgenutzt werden können. Für das Gussteil Zylinderkopf im Speziellen erlaubt diese Vorgehensweise die Kombination einer hochfesten Leichtmetall-Legierung im Brennraumbereich mit einer "geringerwertigen", aber ausreichende Festigkeit und Zähigkeit sowie geringere Dichte besitzenden Legierung für den Nockenwellen- und Ölraumbereich, was erhebliche Masse- und Kosteneinsparungspotentiale erschließen lässt. Die Aufgaben der nahen Zukunft werden sich mit der weiteren Verbesserung der bereits anwendbaren Werkstoffkombination Al-Al, darauf aufbauend mit der Werkstoffkombination Al-Mg, der Lösung des Korrosionsproblems von Al-Mg-Werkstoffkombinationen sowie den Prüfstands- und Pulseruntersuchungen befassen.

Zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit bei diesen komplexen Aufgabenstellungen reicht heute ein fachgruppenorientiertes Vorgehen kaum noch aus. Man muss **ganzheitlich und international in Prozessketten** arbeiten und so auch denken können, um den zukünftigen Anforderungen der global tätigen Automobilfirmen gewachsen zu sein.

3 Wechselbeziehung von Werkstoff und Fertigungsverfahren

Der nicht erst durch die zunehmende

Rohstoffverknappung, sondern auch aus Umweltaspekten erforderliche Zwang zur Senkung des Kraftstoffverbrauches führte zu verstärkten Bemühungen der Automobilbauer zur **Reduzierung der Fahrzeugmasse**. Dieser Prozess ist noch nicht abgeschlossen und brachte zuerst den beiden technisch anwendbaren Leichtmetallen Aluminium und Magnesium im Guss- und Umformbereich einen bedeutenden Innovationsschub, der zu Werkstoffentwicklungen führte, die neben der Masse-reduzierung durch das Eigengewicht gegenüber Eisenwerkstoffen auch durch ein weiterentwickeltes Eigenschaftsspektrum die Fertigung leichter Bauteile zulassen. Vor allem der noch leichtere Werkstoff Magnesium steht mit seinem Leistungspotential erst am Anfang der Nutzung. In beiden Werkstoffgruppen profitieren die Leichtmetallgießereien von dieser Entwicklung, was ihnen gegenüber den Eisenwerkstoffen ein schnelleres Wachstum beschert. Beide Werkstoffe dürften in den Bereichen Karosserie, Fahrwerk, Antrieb noch Entwicklungspotentiale auch für Gussteile enthalten. Erinnert sei nur an die von Audi entwickelte Space-Frame-Karosserie, die ein Verbund von Blech-, profilierten Strangpress- und Gussteilen ist. Wie beim Aluminium werden für das Magnesium vor allem Entwicklungspotentiale im Druckguss dünnwandiger, komplexer Bauteile bei zunehmender Bauteilgröße gesehen, die nach Entwicklung einer leistungsfähigen Druckgießtechnologie den schwereren Aluminiumguss teilweise ersetzen können.

Dabei kann sich der derzeitige Nutzungsgrad von **Aluminiumgussteilen** im Antriebsstrang von Personen- und Nutzkraftwagen aus Sicht der bereits erschlossenen Leichtbaupotentiale sehen lassen. Die Potentiale sind derzeit auch noch nicht ausgeschöpft. Deren Nutzung erfordert aber neue, den Werkstoffeigenschaften angepasste Konstruktionskonzepte. Als Vision wird die Herstellung von Al-Zylinderkurbelgehäuse für den LKW-Einsatz gesehen. Hierfür geeignete gießtechnische Lösungen, die unter Nutzung von Simulations- und Berechnungstechniken über Festigkeitsermittlungen weitere Gewichtseinsparungen zulassen, sind bekannt. Weitere Potentiale liegen in der Werkstoffweiterentwicklung sowie im konstruktiven Bereich bis hin zu Werkstoffverbundlösungen, wie Aluminiumkurbelgehäusen mit Lauffbuchsen aus GG und Al sowie beschichteten Laufflächen.

Neue **lithiumhaltige Superleichtlegierungen** verdeutlichen anschaulich die Werkstoffentwicklungspotentiale die noch im Leichtmetallbereich vorhanden sind. Druckgussteile aus einer superleichten Aluminium-Lithium-Legierung zu fertigen, die so leicht sind, dass sie mit den Kunststoffen konkurrieren können, aber zusätzlich das elektrische Abschirmverhalten von Metallen ausweisen, sind Ziel umfangreicher Entwicklungsarbeiten, und würden den Leichtmetallen Wettbewerbsvorteile gegenüber dem Konkurrenten Kunststoff erbringen.

Aber auch die mit einem verbesserten Eigenschaftspotential ausgestatteten weiterentwickelten **Eisenwerkstoffe** erlauben noch weitere

Massereduzierungen, so z. B. durch die Sandwichbauweise oder die gezielte Anwendung spezieller Verbundwerkstoffe mit höherem Eigenschaftsspektrum für noch größere Leistungsfähigkeit bei dünnwandigerer Ausführung des Gussteils. Die Umstellung auf das mit günstigen Eigenschaften versehene **Gusseisen mit Kugelgraphit** kann aber bereits zur Gewichtsreduzierung führen. So entspricht beispielsweise die Substitution eines Schmiedeteils aus dem Fahrwerksbereich durch ein gegossenes Gusseisenteil mit verringerter Bauteilmasse bei vergleichbarer Duktilität dieser Leichtbastrategie. Bei Zylinderkurbelgehäusen und anderen Motorteilen kommen zunehmend auch das Zwischenstufengefüge **Gusseisen mit Vermiculargraphit** zur Anwendung, was sich wegen hoher Festigkeiten und guten Dämpfungseigenschaften für wärme- und schwingungsbelasteten Motorenguss anbietet, aber gießtechnisch sehr anspruchsvoll umsetzbar ist.

Aber auch die Potentiale der traditionellen **Stahlanwendung** im Automobilbau sind noch nicht ausgereizt. Mit den absehbaren Möglichkeiten zur weiteren Erhöhung der Verarbeitung und Eigenschaftsprofile sind neue technische Lösungen absehbar, die nach Prognosen der Stahlindustrie bis 30 % Masseinsparung erbringen können. Hierbei kommt ebenfalls der Entwicklung leistungsfähigerer Verfahren und Werkstoffe eine Schlüsselposition zu.

4 Einflussmöglichkeiten auf die Guseigenschaften

Der vielschichte Fertigungsprozess Gießen von Bauteilen besitzt ein weites Feld von **Einflussmöglichkeiten auf die Gussteileigenschaften (Bild 6)**. Das Eigenschaftsspektrum kann durch Legierungstechnik, gesteuerte Schmelzbehandlungen, den Gieß- und Erstarrungsprozess, den Formfertigungsbedingungen sowie eine breite Palette von Nachbehandlungsverfahren gezielt beeinflusst und eingestellt werden.

Die steigenden Motorleistungen stellen wegen der höheren thermischen und mechanischen Belastungen

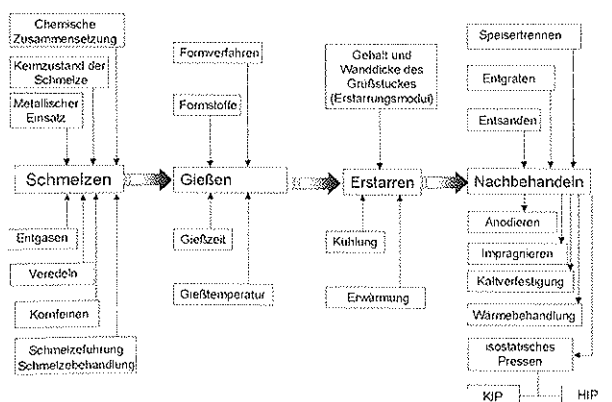


Bild 6. Die Einflussmöglichkeiten auf die Gussteileigenschaften und Gusskörperbildung liegen in den Fertigungsstufen Schmelzen, Gießen, Formen, Abkühlen, Nachbehandeln und Beschichten

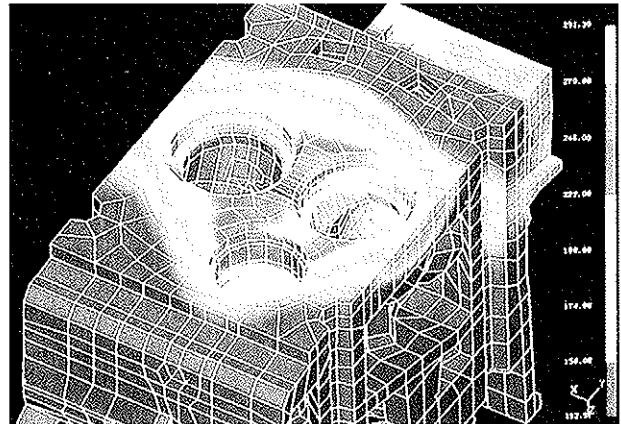


Bild 7. Hochleistungsmotore konfrontieren den Guss Hersteller mit steigenden Belastungen (hier: Temperaturen bis zu 300°C), denen das Leichtmetallgussteil gewachsen sein muss /5/

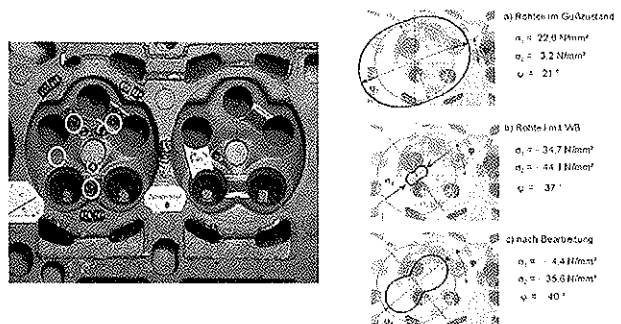


Bild 8. Die Messung von Eigenspannungen im Brennraum eines Zylinderkopfes im Gusszustand, nach der Wärmebehandlung und nach der Bearbeitung verdeutlicht mögliche Maßnahmen zur Einflussnahme auf die Gusskörpereigenschaften /6/

an die Zylinderköpfe höhere Anforderungen an den Aluminiumguss (**Bild 7**). Einen wesentlichen Einfluss auf das Festigkeitsverhalten üben die als Folge des Gießens entstehenden **Eigenspannungen** aus. Im **Bild 8** wird gezeigt, wie an besonders exponierten Stellen im Brennraumbereich messtechnisch die Gussspannungen nach Größe und Richtung bestimmt werden können. Im rechten Bildteil sind die entsprechenden Eigenspannungswerte an einer Messstelle zwischen Ein- und Auslassventilöffnung für drei Behandlungszustände (im Gusszustand, nach der Wärmebehandlung und nach der Vorbearbeitung) dargestellt. Man entnimmt daraus u. a., dass durch die Wärmebehandlung eine Umkehr von gefährlichen Zugspannungen in ungefährliche Druckspannungen erfolgt. Neben den Guss eigenspannungen sind allerdings auch die Belastungsspannungen infolge mechanischer Bearbeitung, Montage sowie thermischer Ausdehnung im Festigkeitsnachweis mit zu berücksichtigen.

Ein wichtiges Werkzeug bei der konstruktiven Auslegung und Gestaltung des Gießprozesses, insbesondere der Formfüllung, der Abkühlungs- und Erstarrungsvorgänge und der daraus resultierenden Guss eigenspannungen, ist die **rechentechnische Simulation** auf der Basis der Finite-Elemente-Methode (FEM). Die konsequente Anwendung von

Simulationsverfahren führte zu neuen Erkenntnissen für die Fertigungsoptimierung.

Bei **Hochleistungsmotoren** bestimmen Kühlerqualität, Bauteilmasse und Struktursteifigkeit bei den auftretenden hohen Belastungen die weitere Entwicklung. Für den Bereich der Kurbelgehäusekörper sind die homogenen und quasihomogenen Bauteil/Werkstoffkonzepte und Gießtechnologien „**Lokasil**“, „**Nikosil**“ und „**Alusil**“ entwickelt worden. Als Laufbahntechnologie kommen siliciumhaltige Aluminiumlaufbahnen zum Einsatz, die über mechanische Freilegung der Siliciumkristalle in Honprozessen ihre hervorragenden Gleit- und Verschleißseigenschaften bei hoher Prozesssicherheit erhalten.

Beim patentierten LOKASIL-Verfahren werden hochporöse zylindrische Formkörper (Preforms) unter hohem Druck mit Aluminium infiltriert. Dafür kommt das Druckgießen oder Squeeze-Casting zur Anwendung. Die Laufbuchsen werden dadurch in das Gussteil eingebunden und umgossen. Ein anschließendes dreistufiges Honen erzeugt die erforderliche Lauffläche aus fast unzerstörbaren Silicium-Kristallen. Als Kolbenbeschichtung kann eine Eisenschicht aufgebracht werden.

Beim ebenfalls patentierten NIKOSIL-Verfahren wird in ein Kurbelgehäuse aus eutektischer oder untereutektischer Aluminiumlegierung galvanisch eine Ni-SiC-Dispersionsschicht aufgebracht. Wegen der erforderlichen geringen Porosität im Guss kommt als Gießverfahren das Kokillengieß-, Druckgieß- oder Squeeze-Casting-Verfahren bevorzugt zur Anwendung. Die 50 bis 80 µm dicken Schichten werden durch Honen geglättet [].

Das dritte patentierte Verfahren ALUSIL ist ein Gießverfahren. Bei einer verwendeten übereutektischen Aluminiumlegierung mit 17 % Si-Gehalt bilden sich bereits während der Erstarrung des Gussteils harte Si-Ausscheidungen, die als Basis der Zylinderlaufbahn dienen. In einem relativ aufwendigen Bearbeitungsaufwand mit mehrmaligem Honen und Freilegen der harten Si-Ausscheidungen durch Ätzen wird die Lauffläche erzeugt. Hohe Aufwände und kurze Werkzeugstandzeiten wegen des harten Gussgefüges bei der Bearbeitung müssen dabei in Kauf genommen werden.

Porsche entwickelte mit Gießereipartnern auf Basis dieser drei Verfahren für seine Fahrzeugbaureihen geeignete Gießtechnologien. Für den mittleren Leistungsbereich (Boxter und 911 Carrera) kommt die Lokasil-Technologie zur Anwendung und für den 911 Turbo werden wirtschaftlich gefertigte nasse Nikasilbeschichtete Buchsen eingesetzt. Mit dem Einsatz beider Verfahren wurde es bei Porsche möglich, durch Minimierung der Reibung in der Zylinderlaufbahn weitere Leichtbaupotentiale gezielt auszuschöpfen und damit verbrauchsgünstige Motoren anzubieten.

Die **Plasmabeschichtung** von Zylinderlaufbuchsen als weitere Möglichkeit zum Verschleißschutz sind wegen der auszubildenden Verbundschicht besonders bei Kokillengussteilen gut anwendbar. Aufgetragen werden geeignete Laufflächenschichten auf AlSi- oder Eisenbasis. Mittels Bearbeitung und Honen wird die Lauffläche erzeugt. Ein spezielles Honverfahren

erzeugt eine plateauähnliche Oberfläche mit vielen Vertiefungen als Ölreservoir.

Besondere Herausforderungen stellen **Dieselmotoren** aber auch die Hochleistungsbenzinmotoren – wie die Benzin-Direkteinspritzer – neuer Generation an die zum Einsatz kommenden Aluminiumgussteile. Hier sind neue Lösungsansätze gefragt. Problematische Bereiche bei diesen Leichtmetallgussteilen sind die Laufflächen, die Wärmeabfuhr im Stegbereich und die Dauerschwingfestigkeiten unter Temperaturbelastung. Lösungsansätze, wie laserbeschichtete und gehonete Laufflächen an Al-Kolben (**Tribosil**) erschließen dem Leichtbauwerkstoff Aluminium weitere Anwendungsgebiete im Motorenbereich. Durch das Honen werden die Si-Kristalle verfestigt und sind kantengerundet, was bei der Reibungsbelastung gegenüber den Kolbenringen geringere Kantenwiderstände und damit ein besseres Verschleißverhalten erbringt. Im Vergleich mit der herkömmlichen Kolbenringtechnik und der Ferroprintbeschichtung waren deshalb auch ein sehr gutes Verschleißverhalten und ein geringerer Ölverbrauch zu verzeichnen, was dieser Technologie und dem Werkstoff Aluminium zukünftige Potentiale als **Hochleistungskolbenwerkstoff** erschließen dürfte.

Als Maßnahme zur weiteren Treibstoffverbrauchreduzierung hat DaimlerChrysler durch die Verwendung von **Aluminiumkurbelgehäusen** bedeutende Masseinsparungen realisieren können. Jetzt verfügt die Firma über ein komplettes CDI-Motorenprogramm, bestehend aus drei Motoren mit Kurbelgehäusen aus Aluminium, bei denen noch weitere Maßnahmen zur Gewichtsreduzierung zur Anwendung kamen. Der A170 CDI ist der erste PKW-Direkteinspritzdieselmotor der Welt, der mit einem Kurbelgehäuse aus Aluminiumguss ausgestattet wurde. Der CDI-Motor des Kleinwagens Smart ist mit 0,8 l der weltweit kleinste Direkteinspritzmotor mit Aluminiumkurbelgehäuse. Der S 400 CDI als mit 4,0 l weltstärkster PKW-V8-Dieselmotor hat ebenfalls ein Kurbelgehäuse aus Aluminium.

Hochinnovativ ist die Technologie zur Herstellung von **Hochleistungszyylinderköpfen**, die bereits auf die Anforderungen der Automobilindustrie der Zukunft ausgerichtet ist, wo immer leistungsfähigere Motoren höhere Beanspruchungen der Bauteile hervorrufen, denen Werkstoff und Bauteil im Einsatz standhalten müssen. Die Technologie des **Gradienten-Werkstoff** setzt auf eine gezielte Verwendung von zwei in chemischen und physikalischen Eigenschaften unterschiedlichen Legierungen mit lokal gesteuerten Eigenschaften und einer breiten Mischschicht. Die verschiedenen Werkstoffe und die Mischschicht lassen örtlich gezielt an die Belastung angepasste Härte, Festigkeit, Verschleißbeständigkeit und Masse einstellen (vergl. **Bild 7**). Leichtere und höher belastbare Gussteile können mit dieser neuen Werkstofftechnologie der Automobilindustrie zur Verfügung gestellt werden.

Das moderne Rapid Prototyping korrelierte von Anfang an gut mit der Sondergießtechnik **Feinguss** nach ausschmelzbaren Modellen und fand deshalb auch schnell mit verschiedenen Technologien Einzug in den Feingießprozess. Das gab dem Verfahren neue Impulse

und Chancen für weitere Anwendungen, die nun auch im Prototypenbereich und dem High-End-Gussbereich liegen, weshalb Titan- und Aluminiumfeins Gussteile heute ein weites Anwendungsfeld in den High-Tech-Bereichen Luft- und Raumfahrt, Automobilrennsport, Elektronik, Optik und Medizintechnik besitzen. Mit dem Einsatz von RP-Techniken in Kombination mit dem Feingießverfahren lässt sich weiterhin der Bereich der Bemusterung und schnellen Lieferung von kleinen Erprobungsserien erschließen, wo noch zukünftige wirtschaftliche und Zeitreservopotentiale für den Feinguss gesehen werden. Das patentierte **HERO-Verfahren** (Patent-Nr. 571 703) ist in der Lage, computergestützt die Erstarrung von Feins Gussteilen zu steuern. Das führt von der Wanddicke unabhängig zu einem feineren und dichteren Gefüge durch die mit diesem Verfahren mögliche schnelle gezielte Erstarrung. Höhere Festigkeit und Zähigkeit des Werkstoffs und damit erweiterte Anwendungspotentiale für Feins Gussteile sind dadurch möglich.

5 Aktuelle Lösungsansätze zur Zylinderkopffertigung aus Aluminiumguss

Früher wurden die Zylinderköpfe hauptsächlich aus Gusseisenwerkstoffen gefertigt. Bedingt durch das Leichtbaukonzept und das angestrebte Ziel der Entwicklung des 3 l-Autos werden Zylinderköpfe für PKW-Motoren heute nahezu ausschließlich aus **Aluminiumlegierungen** gefertigt. Diese haben zwar ein erheblich geringeres spezifisches Gewicht als die Gusseisenlegierungen, besitzen allerdings auch geringere Festigkeitseigenschaften. Die neuen Motorenentwicklungen führen dazu, dass die herkömmlichen Aluminiumlegierungen bis an ihre Leistungsgrenze beansprucht werden bzw. über diese hinaus, was zu einem frühzeitigen Bauteilversagen führen kann. Um bei den neuen Motorenentwicklungen nicht wieder auf die schwereren Gusseisenlegierungen zurückgreifen zu müssen, ist es erforderlich, entweder neue Legierungen für den Zylinderkopf zu entwickeln bzw. die herkömmlichen Aluminiumlegierungen zu optimieren, um maximal mögliche Eigenschaften zu erzielen. Dafür bieten sich unter anderem spezielle Verbundtechnologien an.

Eine innovative Technologie zur Nutzung unterschiedlicher Verformungs- und Festigkeitseigenschaften in ein und demselben Gussteil bilden **Gradientenwerkstoffe**. Eine Schwachstelle konventioneller Verbundwerkstoffe ist der Grenzschichtbereich zwischen den unterschiedlichen Legierungen. Durch einen allmählich und kontinuierlich in Form eines Gradienten von einem Werkstoff zum anderen übergehenden Gefügeverbund kann das Eigenschaftsprofil des Gussteils an die vorherrschende Beanspruchung durch eine gesteuerte Gießtechnologie optimal angepasst werden.

Eine zusätzliche Verbesserung der mechanischen Eigenschaften kann durch eine Reduzierung der Porosität durch **heißisostatisches Pressen (HIP)** erreicht werden. Die Porosität im Aluminiumguss wird

durch die HIP-Behandlung reduziert, was zu Verbesserungen von Zugfestigkeit und Bruchdehnung der Aluminium-Gusslegierung und damit zur Erhöhung der Gebrauchseigenschaften des Gussteils in seiner Bauteilfunktion im Hochleistungs-Automobil führt. Auch die schmelztechnische Maßnahme Ultraschallbehandlung von Aluminiumschmelzen führt zur Verringerung der Einschlüsse und Porositätsbildung.

5.1 Zylinderköpfe aus Gradientenguss

Die ständig wachsenden Anforderungen an immer komplexere und geometrisch kompliziertere Bauteile und Konstruktionen bei konsequenter Beachtung der Leichtbauweise, erfordern bei gleichzeitiger Gewährleistung einer hohen Sicherheit vor allem auch in der Automobilindustrie eine optimale Ausnutzung der Festigkeitseigenschaften der eingesetzten Werkstoffe sowie den Einsatz neuartiger Fertigungsverfahren und innovativer Technologien, die es erlauben, das Werkstoffverhalten im fertigen Bauteil zweckgerecht zu beeinflussen. So können für die Erhöhung der Motorleistung und die Verbesserung des Wirkungsgrades die mechanischen und thermischen Eigenschaften eines Leichtmetall-Zylinderkopfes dahingehend optimiert werden, dass bestimmte Bereiche des Zylinderkopfes in einer hochwertigen Gusslegierung hergestellt werden und für die restlichen Bereiche eine andere Legierung verwendet wird, die preiswert ist und gute Gießeigenschaften sowie ausreichende Einsatzparameter aufweist. Dazu bieten sich gießtechnische Verfahren förmlich an.

Eine innovative Technologie zur Nutzung unterschiedlicher Verformungs- und Festigkeitseigenschaften in ein und demselben Gussteil bilden **Gradientenwerkstoffe** [7]. In dem hier behandelten Anwendungsfall für einen Zylinderkopf wird ein hochfester Werkstoff im Brennraumbereich mit einem "herkömmlichen" Werkstoff geringerer, jedoch ausreichender Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften und geringerer Dichte für den Bereich Nockenwellenraum/Ölraum kombiniert. Auf diese Weise lassen sich neben der Gewährleistung einer hohen Festigkeit erhebliche Masse- und Kosteneinsparungen erzielen. Bei weitgehender Nutzung konventioneller Ausrüstungen, wie Kokillen und Kerne, und eines Standard-Eingusssystems wird zunächst eine sehr hochfeste und temperaturbeständige Legierung vergossen. Diese bildet die Konturen in der Nähe der Brennräume und der Ein- und Auslasskanäle des Zylinderkopfes aus und ermöglicht somit eine hohe mechanische und thermische Beanspruchbarkeit dieser Bauteilbereiche.

Für den weiteren Prozessablauf sind für das Zustandekommen einer gut durchmischten Übergangsschicht mit **Gradientengefüge** im Gegensatz zum herkömmlichen Verbundgussgefüge (**Bild 9 und Bild 10**) folgende Aspekte zu beachten:

- eine vollständige Vermischung beider Legierungen erst im Formhohlraum muss vermieden werden,
- die erstgegossene Legierung darf zum Zeitpunkt des Abgießens der zweiten Legierung noch nicht vollständig erstarrt sein,

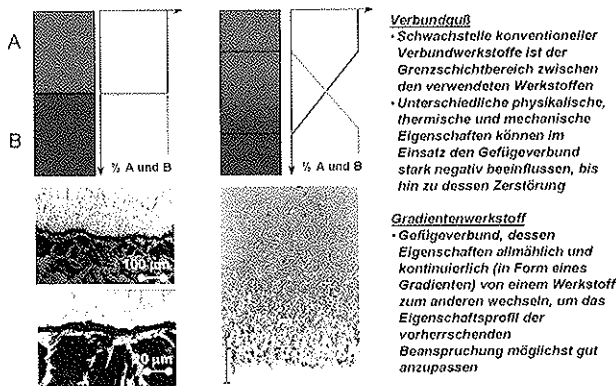


Bild 9. Über den Gradierungsgang (Platzierung der beiden Werkstoffe und Mischschichtausbildung) der beiden Legierungen lassen sich verschiedene Eigenschaftsprofile im Gusskörper örtlich definiert einstellen, die an das Belastungsprofil angepasst sind

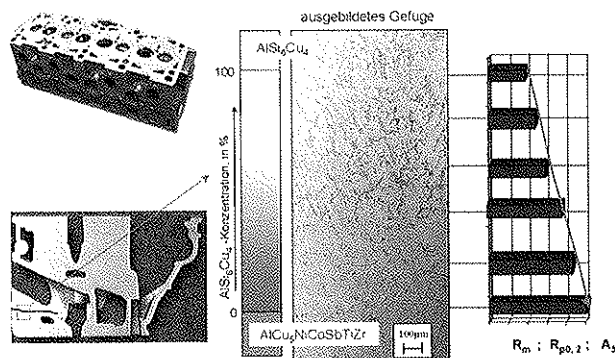


Bild 10. Der Vorteil des Gradientengussgefüges gegenüber dem herkömmlicher Verbundgusstechnologien ist die relativ breite Verbundschicht, die einen allmählichen Übergang zwischen beiden Legierungen ermöglicht

- die Bildung von Oxidschichten zwischen beiden Legierungen ist möglichst zu verhindern.

Diesen Forderungen konnte durch eine neue **patentierbare Fertigungstechnologie** /8/ Rechnung getragen werden. Während sich bei bekannten Verfahren zur Herstellung von Zylinderköpfen und anderen Bauteilen aus verschiedenen Werkstoffen nach dem Gießvorgang der ersten Legierung stets eine mehr oder weniger lange Wartezeit anschließt, wird bei dem neuen praktizierten Verfahren gemäß Patent direkt zum Ende des Gießvorgangs der ersten Legierung schon mit dem Abguss der zweiten Legierung begonnen (**Bild 11**). Durch den zeitlich begrenzten Vorgang des gleichzeitigen Gießens beider Legierungen findet eine intensive Durchmischung bereits im Eingusstümpel und vor dem Formhohlraum statt. Das führt zu einer verbesserten Ausbildung der Übergangsschicht von Legierung 1 zu Legierung 2. Auch besteht die Möglichkeit, die Gießform mit speziell angepassten Eingusssystemen auszustatten, wobei in einer gemeinsamen Mischkammer die beiden Legierungen vor dem Eintritt in den Formhohlraum intensiv durchmischt werden.

Durch das beschriebene Verfahren, welches zwischen dem Vergießen der beiden Legierungen

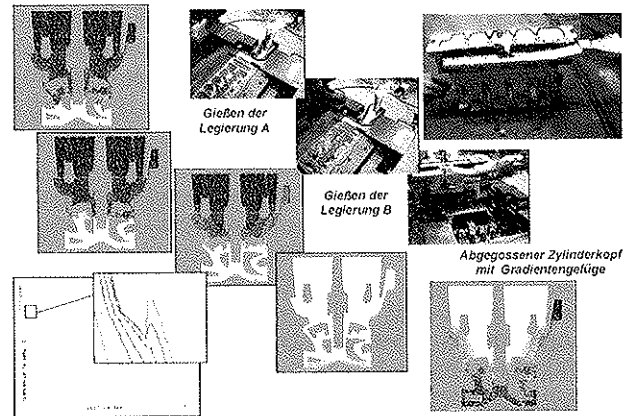


Bild 11. Der kontinuierliche Fertigungsprozess nach streng geregelter Vorgehensweise sichert den technologischen Ablauf und die Ausbildung der gewünschten Gradientenschicht qualitativ ab, wie die Simulationsbilder des Gieß- und Erstarrungsverhaltens bei einem Leichtmetall-Zylinderkopf zeigen

keine Wartezeit benötigt, in der eine Teilerstarrung der Übergangsschicht bereits stattfinden kann, wird die Ausbildung von Oxidschichten vermieden, welche die metallurgische Bindung zwischen den Schichten beeinträchtigen können, falls nicht unter Schutzgas gearbeitet wird. Des weiteren entfällt die Notwendigkeit des Vorhandenseins kompatibler Erstarrungsintervalle für die beiden eingesetzten Legierungen, was ein entscheidender Nachteil bisheriger Gießverfahren ist, da die Anzahl der möglichen Legierungskombinationen bisher erheblich eingeschränkt war.

Bei der **Gusslegierungswahl** für die Fertigung hochbeanspruchter Leichtmetall-Zylinderköpfe sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- hohe Festigkeit und Temperaturbeständigkeit der erstgegossenen Legierung für den Brennraumbereich,
- gutes Fließvermögen und Speisungsvermögen der zweitgegossenen Legierung für den Kanalbereich,
- Wirkung einer nachträglichen Wärmebehandlung des Zylinderkopfes als Ganzes,
- Recycleeigenschaften der Zylinderköpfe mit Gradientengefüge.

Weiterhin müssen folgende, den Prozessablauf beeinflussende Anforderungen an die eingesetzten Legierungen Berücksichtigung finden:

- Die erstgegossene Legierung muss ein möglichst breites Erstarrungsintervall aufweisen, um die Bildung einer gut durchmischten Übergangsschicht bei gleichzeitiger guter Speisung zu ermöglichen.
- Die Solidustemperatur der erstgegossenen Legierung muss höher oder zumindest etwa gleich derjenigen der zweitgegossenen Legierung sein.
- Eine nach der Herstellung der Zylinderköpfe mit Gradientengefüge notwendige Wärmebehandlung, um die entsprechenden Eigenschaften für das Gussteil insgesamt zu sichern, sollte an beide Legierungen angepasst sein.

Für die Betriebssicherheit des Zylinderkopfes ist die hohe Festigkeit im Brennraumbereich eine

maßgebliche Eigenschaft. Deshalb kommt hier eine warmfeste AlCu-Legierung zur Anwendung. Als Basiswärmebehandlung für den gesamten Zylinderkopf reicht die für diese Legierung standardmäßig übliche Wärmebehandlung aus. Darüber hinaus ist bei der Wärmebehandlung darauf zu achten, dass die sich infolge unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten und Elastizitätsmoduln beider Legierungen in der Gradierungsschicht ausbildenden Eigenspannungen nach dem Gießen möglichst weit abgebaut werden. Dies kann durch eine geeignete Prozessführung erreicht werden.

Bezüglich der erforderlichen guten **Durchmischbarkeit** in der Übergangsschicht erbrachten Untersuchungen verschiedener favorisierter Al-Legierungskombinationen, dass die Werkstoffkombination AlCu5NiCoSbTiZr/AlSi6Cu4 und auch die AlSi6Cu4-Hauptlegierung ausreichende mechanische Eigenschaften nach der Wärmebehandlung für den Einsatzfall Zylinderkopf aufweisen. Diese bietet damit eine weitgehende Perspektive bei der Entwicklung hochbelastbarer gradierter Gussverbünde mit komplizierter Form und hoher Qualität unter den Bedingungen einer kostengünstigen Serienproduktion.

Bei der Produktion von Zylinderköpfen mit Gradientengefüge aus zwei Aluminium-Legierungen gibt es des weiteren **keine Recyclingprobleme**, da in der Regel alle gegossenen Aluminium-Automobilteile in einem Ofen erschmolzen und danach für die Herstellung von sekundären Al-Legierungen (AlSi6Cu4, AlSi9Cu3) oder als Antioxidationsmittel in der Stahlindustrie zum Einsatz kommen.

Weitere Anwendungsbereiche für den Einsatz gradierter Gussverbünde in der Automobilindustrie eröffnen sich durch die Anwendung von Legierungskombinationen Aluminium/Magnesium. Hierbei zeichnen sich Masseinsparungen bis zu 30 % bei gleichen Leistungsanforderungen ab. Mit diesen Werkstoffentwicklungen, die erst am Anfang ihrer Nutzung stehen, wird dem Trend in der Automobilindustrie zu immer höheren Belastungen (höhere Drücke, höhere Verbrennungstemperaturen) bei gleichzeitiger Massereduzierung in Hinblick auf zukünftige konstruktive und fertigungstechnische Entwicklungen Rechnung getragen.

5.2 Weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Zylinderkopfeigenschaften

Eine zusätzliche Verbesserung der mechanischen Eigenschaften kann durch eine Reduzierung der Porosität durch **heißisostatisches Pressen (HIP)** erreicht werden. Im **Bild 12** wird die Porosität im Aluminiumguss vor und nach der HIP-Behandlung dargestellt.

Weitere Potentiale zur Verbesserung der Gussqualität können durch eine optimierte Gestaltung des Gießsystems erschlossen werden /9/. Dies betrifft u.a. die

- Leitung der Schmelze zum Formhohlraum (Vermeidung von Oxidhäuten, Schlacke und Lufteinschlüssen),
- schnelle und ruhige Füllung des Formhohlraumes,

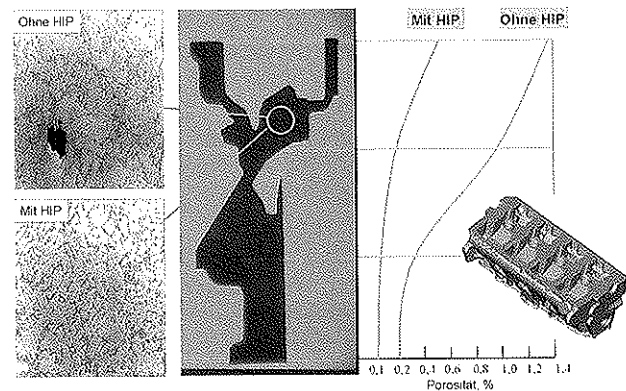


Bild 12. Durch das heißisostatische Pressen (HIP)-Verfahren kann die Porosität in Aluminiumzylinderköpfen bedeutend verringert und damit die Festigkeitseigenschaften verbessert werden

- Gestaltung des Überganges zwischen Tümpel und Einlauf,
- Bewegung und Positionierung des Gießlöffels,
- Geometrie des Tümpels,
- Geometrie der Einlaufform (Querschnittsänderung über die Länge, Einlaufneigung, geradliniger oder gekrümmter Verlauf, Entlüftung),
- Einflüsse des Temperaturregimes auf die Erstarrungsbedingungen.

Ein wichtiges Werkzeug bei der konstruktiven Auslegung und Gestaltung des Gießprozesses, insbesondere der Formfüllung, der Abkühlungs- und Erstarrungsvorgänge und der daraus resultierenden Gusseigenschaften, ist die rechenstechnische Simulation auf der Basis der Finite-Elemente-Methode. Die konsequente Anwendung von Simulationsverfahren führte und wird auch zukünftig zu neuen Erkenntnissen für die Fertigung und Fertigungsoptimierung führen.

Für die Herstellung von Hochleistungsgussteilen, wie dem Leichtmetall-Zylinderkopf ist des weiteren eine umfassende und hochgenaue Dokumentation der Erzeugnisqualität erforderlich. Aus wirtschaftlichen und Zeitgründen eignen sich dafür die Verfahren zur zerstörungsfreien Bemusterung und Beurteilung der Gussqualität am besten. Mit der Entdeckung der Röntgenstrahlen im Jahr 1895 wurde es möglich, in geometrische Körper und Bauteile auch "hinein schauen" zu können, um sich über ihre innere Beschaffenheit ein Bild zu verschaffen. Ihre Nutzung fand zunächst rasche Verbreitung in der medizinischen Diagnostik. Mit den Arbeiten von Radon wurden die mathematischen Grundlagen gelegt, um auch dreidimensionale Körper darstellen zu können. Er schaffte damit die Voraussetzungen zur Entwicklung des Computertomographen. In der Fachzeitschrift des Vereins Deutscher Gießereifachleute wird bereits im Jahr 1917 berichtet, dass sich **Röntgenstrahlen** auch zur Überprüfung von Gussteilen auf innere Fehler eignen. Diese für die weitere Entwicklung der Röntgentechnik und ihrer Anwendung in Gießereien maßgeblichen Arbeiten werden in der "Chronik der zerstörungsfreien Materialprüfung" gewürdigt /10/. Der Einsatz eines Computertomographen /11/

eröffnet hier nun einen weiteren und für Hochleistungsgussteile erforderlichen Qualitätssprung.

Computertomographen lassen sich damit auch in Gießereien zur Prüfung der Qualität von komplizierten Gussteilen für den Automobilbau, wie die Zylinderköpfe für PKW-Motoren und für Motorräder einsetzen. Diese Gussteile gehören zu den geometrisch komplizierten und gießtechnisch anspruchsvollen Bauteilen mit vielfältigen Innenkonturen bei geringen Wandstärken. Für die Bedingungen einer Giesserei eignet sich ein 2D-Computertomograph, der speziell für die vorgesehenen Aufgaben und technischen Anwendungen ausgelegt ist. Im Unterschied zu medizinischen Geräten wird eine Röntgenquelle mit größerer Beschleunigungsspannung eingesetzt (450 kV, 5 mA). Gewöhnlich wird die Größe des Objekts von der Wandstärke des Materials limitiert, die von der Röntgenquelle durchstrahlt werden kann. Bei Bauteilen aus Aluminium sind dies etwa 150 mm und bei Gusseisenwerkstoffen etwa 60 mm. Die Nutzung von Standard-Flächenschnittstellen wie VDA-FS und IGES ist eine wichtige Voraussetzung zur Nutzung der Ergebnisse in Verbindung mit Entwicklungsaufgaben der Automobilindustrie.

Mit dem Einsatz des Computertomographen als **Messmaschine** wird ein interessantes neues Anwendungsgebiet erschlossen. Auch innere Hohlräume, wie der Wasserraum oder die Ein- und Auslasskanäle bei Zylinderköpfen, können jetzt in die Untersuchungen einbezogen werden (**Bild 13**). Das zerstörungsfreie Digitalisieren eines kompletten Zylinderkopfes der Abmessungen 450 x 200 x 180 mm aus einer Aluminiumlegierung beansprucht - je nach Anforderungen an die Genauigkeit - etwa ein bis drei Tage. Ein einzelner CT-Schnitt benötigt jedoch nur etwa ein bis zwei Minuten. Häufig ist es nicht erforderlich, das gesamte Bauteil zu digitalisieren. Bei Beschränkung der Untersuchung auf Teilbereiche und wenige signifikante Schnitte kann die Zeit der Datenerfassung entsprechend stark verkürzt werden.

Der Computertomograph arbeitet während der **Datenaufnahme** voll automatisch. Zunächst erhält man zweidimensionale Schnittbilder vom Bauteil. Diese werden dann weiter verarbeitet und analysiert. Die Messdaten werden als Punktwolke (bei der

Vollvermessung eines Zylinderkopfes werden etwa 6 bis 7 Mio. Messpunkte erzeugt) oder in Form eines Flächenmodells abgelegt. Dazu werden auf Basis der Tomogramme in jeder Schicht über einen Kantenerkennungsalgorithmus Messpunkte generiert. Für eine komplette 3D-Beschreibung ist Voraussetzung, dass das Messobjekt vollständig durch parallele Schnitte mit definiertem Abstand (üblich sind Schichtabstände von 0,25 bis 1 mm) zueinander digitalisiert wird.

Ein vollständiges Vermessen des gesamten Gussteils ist zur **Beurteilung von Erstmustern** vor dem Serienanlauf, begleitend zur Serie aber auch nach konstruktiven Änderungen und nach größeren Instandsetzungen von Werkzeugen, notwendig. Die Genauigkeit einer CT-Messung hängt von vielen voneinander unabhängigen Parametern ab. Hierauf soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden. Für Zylindergussteile aus Leichtmetall wird mit einer Genauigkeit von 0,1 bis 0,2 mm gearbeitet. Durch Nutzung zusätzlicher Software wird es möglich, die **CT-Messdaten** (Ist-Werte) mit entsprechenden Referenzdaten (Soll-Werte) zu vergleichen. Diese Referenzdaten liegen heute häufig als 3D-CAD-Modelle vor. Es können aber auch die Messdaten eines zuvor digitalisierten Urmodells als Referenz dienen. Somit ist es auch möglich, Zustandsänderungen an einem Bauteil z. B. vor und nach einem Einsatz auf dem Prüfstand oder nach längerer Nutzung im Fahrzeug zu untersuchen.

Der erfahrene und systematisch arbeitende Gießer kann aus Größe, Form und Lage von eventuellen Gussfehlern Rückschlüsse auf Verbesserungs- und Optimierungspotentiale der Fertigung ziehen. Die Röntgenprüfung von Gussteilen ist deshalb eine seit langem in der Praxis bewährte Methode. Anhand von CT-Schnitten sind nun wesentlich qualifiziertere Aussagen über die räumliche Form, Art und Lage von Gussfehlern möglich. Risse mit Abmessungen größer 5 µm, Einschlüsse größer 0,15 mm und Porositäten größer 0,2 mm können sicher im Grauwertbild detektiert werden. Die Prüfung auf Gussfehler ist nicht nur als begleitendes Instrument während der Serienfertigung für die Qualitätskontrolle von Bedeutung. Es können auch im Stadium der Vorserienentwicklung und der Prototypenfertigung Erkenntnisse zur Verbesserung des Fertigungsprozesses abgeleitet werden.

Bei den häufig sehr aufwendig produzierten Zylinderkopf-Prototypen hat sich eine Analyse mittels Computertomographie besonders dort bewährt, wo festgestellt werden soll,

- ob ein Kern an einer nicht einsehbaren Stelle verformt oder gebrochen ist,
- ob die Wandstärken überall den angestrebten Forderungen entsprechen
- ob das Bauteil Einschlüsse oder Lunker aufweist.

6 Ausblick

Vor dem Hintergrund einer bisher sehr günstig verlaufenen Entwicklung im Automobilbau dürfen

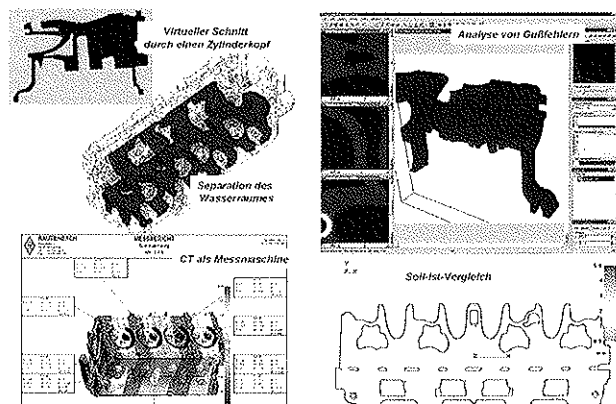


Bild 13. Computertomogramme geben Auskunft über die geometrische Ausbildung und mögliche Fehlstellen

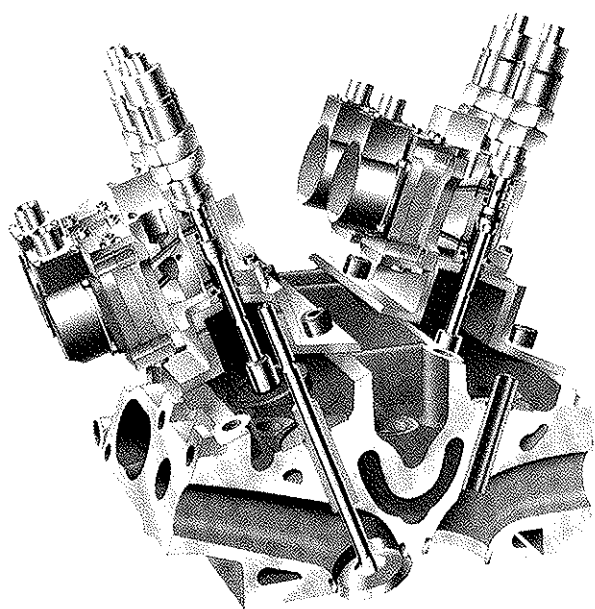
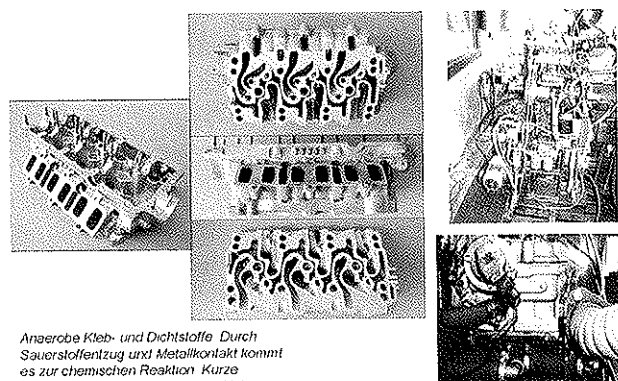


Bild 14. Der Schnitt durch einen zukünftigen Motor mit elektro-hydraulischem Ventilantrieb verdeutlicht die anspruchsvollen Aufgaben, die auch auf die GussHersteller zukommen /12/



Anaerobe Kleb- und Dichtstoffe. Durch Sauerstoffentzug und Metallkontakt kommt es zur chemischen Reaktion. Kurze Aushärtezeiten, Hohe Adhäsion, Hohe Scherfestigkeit, Temperaturbeständigkeit

Bild 15. Technisch realisierbar ist die Fertigung von Zylinderköpfen aus Scheibenteilen, die mit anaeroben Kleb- und Dichtstoffen die erforderlichen Festigkeits- und Wärmebeständigkeitseigenschaften erhalten

aber auch die absehbaren Risiken und Trends, die durch die zunehmenden **Globalisierungsbestrebungen** in dieser Branche auftreten, nicht übersehen werden. Der Umsatz der deutschen Automobilindustrie kommt heute mit steigender Tendenz zu über 50 % aus dem Ausland und ist mit den üblichen nationalen Steuerungselementen nicht mehr beeinflussbar. Business-to-Business (B2B)-Plattformen im Internet erhöhen durch das vergrößerte und breitere Angebotsspektrum den Wettbewerbsdruck auf alle Zulieferunternehmen. Diese Vernetzung begünstigt auch die Bildung von Einkaufsgemeinschaften, was den Preisdruck zusätzlich ansteigen lässt. Allerdings enthält diese Entwicklungsrichtung auch Chancen für die Zuliefernden Unternehmen, sich weltweit neue Absatzmärkte zu erschließen.

Steigende Kraftstoffpreise, die strengere Abgasgesetzgebung, steigende Komfortansprüche und

zunehmender Wettbewerbsdruck erfordern auch weiterhin **angepasste und alternative Motorenkonzepte**, die zukünftig neue Anforderungen an die Zuliefernden Gussproduzenten stellen und die auch deutlichen Einfluss auf die Gussteilausführung nehmen werden. Absehbar sind hier die direkteinspritzenden und aufgeladenen Ottomotoren, aufgeladene Dieselmotoren, vollvariable Ventilsteuerungen (**Bild 14**) und extreme Leichtbaukonzepte. Die Fülle und Größe der hier auf die Gießereien zukommenden Aufgaben erfordern zwingend die Weiterentwicklung der Gießerei zum Systemlieferanten, von dem neben der eigentlichen Gussproduktion zukünftig auch Bearbeitungs-, Beschaffungs- und Montagearbeiten und vor allem die Übernahme der Gesamtverantwortung für die zu fertigende Baugruppe erwartet werden.

Bei den **Zylinderköpfen** im PKW-Bereich ist Aluminiumguss Stand der Technik. Potentiale bei den Aluminiumgusswerkstoffen werden beim Gussteil Zylinderkopf in der noch nicht technisch umsetzbaren Druckgießtechnik bei mehrzylindrischen Dieselmotorzylinderköpfen gesehen, die auch die Forderung der Automobilindustrie nach minimalen Wanddicken von 2,5 mm erfüllen könnte. Die Spezifik der Druckgießtechnologie stellt gleichzeitig Fragen nach neuen Lösungen für die Kernfertigung, da die anspruchsvolle Geometrie dieser Gussteile auch anspruchsvolle Kerne benötigt. Eine Lösung dieser Problematik sieht die Fertigung und Montage von Zylinderköpfen in definiert vereinfachten Scheibenteilen vor (**Bild 15**). Die dafür entwickelten anaeroben Kleb- und Dichtstoffe besitzen ausreichend kurze Aushärtezeiten, da sie durch Sauerstoffentzug und den Metallkontakt chemische Reaktionen aktivieren, die diesen Härteprozess auslösen. Weitere wichtige Eigenschaften dieser Klebstoffverbünde sind hohe Adhäsion, hohe Scherfestigkeit und Temperaturbeständigkeit in den einzelnen Verbundschichten.

Bezüglich des **Werkstoffs** setzt man im Automobilbau weiter auf den Leichtbauwerkstoff Aluminium in seiner Legierungsvielfalt. Allerdings stellt die Hochdruckeinspritzung mittels Pumpdüse höhere Anforderungen an die Festigkeit und Temperaturbeständigkeit der Gusslegierungen, da sich das Pumpe-Düse-Element in der Nähe der heißen Brennraumoberfläche im Zylinderkopf abstützen muss. Bezüglich der Porosität sind auch Probleme absehbar. Neben den üblichen Wasserdrücken und Öldrücken sind bei der Pumpe-Düse-Lösung zusätzlich 1 bar Druck im Kraftstoffrücklaufkanal und sogar 8 bar Druck im Kraftzuflusskanal vom Zylinderkopf zu kompensieren. Hier sind intelligente Lösungen gefragt, denn eine Materialverdickung verbietet sich schon aus Gründen des Leichtbaus und der Gussstarungsbedingungen, da gerade Materialanhäufungen die Porositätsbildung fördern. Die heute üblichen Brennraumdrücke von 170 bar erfordern neue Lösungen für das gerade dort mit geringen Wanddicken versehene Zylinderkopfteil, die im Werkstoffbereich zu suchen sind, und das Wärmeableitungsverhalten verbessern müssen oder andere technische Lösungen mit geeigneten Kühlmitteln enthalten werden.

Bei den **Zylinderkurbelgehäusen** im LKW-Bereich sind die derzeitigen Lösungen im Eisengussbereich angesiedelt. Die Neuentwicklungen führen hier zum Zwischenstufengefüge GGV, welches günstige Wärmebeständigkeit mit guten Dämpfungseigenschaften verbindet. Aus Gründen des Leichtbaus würde die Automobilindustrie auch hier gern den Werkstoff Aluminium haben wie bei den PKW-Motoren. Die Anwendung dieser Werkstoffgruppe steht beim LKW-Diesel aber erst am Anfang der Entwicklung. Ungelöst sind hier die Fragen der ausreichenden Temperaturbeständigkeit, der Härte in der Topdeckoberfläche und den Bereichen der Hauptlagerdeckelverschraubung, neben der Kriechneigung des Werkstoffs, der Oxidation und Lunkerneigung.

Um unter dem vom zunehmenden Wettbewerb in der Automobilindustrie steigenden Preis- und Zeitdruck als Zulieferndes Unternehmen der Gießereibranche die **Aufgaben der Zukunft** meistern zu können, wird es zwei Strategien geben, die ineinander verzahnt sein müssen, die Innovation und Vernetzung der Unternehmen mit gleicher Interessenlage. Die Innovation schafft die notwendigen Voraussetzungen für eine Produktion auf entsprechend hohem Niveau, aber die Vernetzung und Zusammenarbeit führt zu leistungsfähigen Unternehmensverbünden, die in der Lage sind, statt der bisher einfachen Bauteile komplette Baugruppen zu liefern. Innovative Ansätze und noch vorhandene Potentiale bei den Gießetechniken gibt es, die den nötigen Spielraum für die Lösung der Gussfertigungsaufgaben der Automobilindustrie geben, wie am Beispiel des komplizierten und anspruchsvollen Gussteils Zylinderkopf gezeigt werden konnte.

Literatur

- /1/ Infopedia 3.1, CD-Rom Lexikon
- /2/ Hofmann, R.: Drei Konzepte für ein Ziel. Vortrag 12. 12. 2000 in Wien, Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik
- /3/ www.vda.de
- /4/ Neyer, D.; Röpke, S.: Triebwerksentwicklung von Dieselmotoren, Vortrag RWTH Aachen, 26. 6. 2000
- /5/ Stütz, W.; Kratochwill, H.: Zylinderkopfentwicklung mit numerischen Methoden. MTZ Motortechnische Zeitschrift 54 (1993), H. 5, S. 248-256
- /6/ Bähr, R.; Todte, M.; Laugwitz, F.; Mnich, F.; Neyer, D.: Eigenspannungsuntersuchungen an Zylinderköpfen. Gießerei 87 (2000), H. 1, S. 54-57
- /7/ Mnich, F.; Bähr, R.; Taran, V.: Entwicklung einer innovativen Technologie zur Fertigung hochbeanspruchbarer Leichtmetall-Zylinderköpfe unter Nutzung von Gradientenwerkstoffen. VDI Berichte 1472, 1999, S. 253-263
- /8/ Bähr, R.; Mnich, F.; Ambos, E.; Krebs, E.: Verfahren zum Gießen eines Leichtmetall-Zylinderkopfes aus zwei Legierungen. DE 19918002.4-24, 1999
- /9/ Bähr, R.; Grzincic, M.; Hornig-Vorbau, B.; Mnich, F.: Entwicklungspotentiale bei der Fertigung hochbeanspruchter Bauteile aus Aluminiumlegierungen. Magdeburger Produktionstechnisches Kolloquium 1999
- /10/ Auszug aus: Richter, H.-U.: Chronik der zerstörungsfreien Materialprüfung. 1. Aufl., Berlin: Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren, DVS-Verlag (1999), Seite 89
- /11/ Mnich, F.: Erfahrungen beim Einsatz eines Computertomographen in der Gießerei. Vortrag Automobiltagung, Magdeburg 15.5.1999
- /12/ Camless engine poised to transform combustion. European Automotive Design, March 2001

Rechnergestützte Arbeitsvorbereitung – Quelle der Rationalisierung

Ines Hofmann, Sylke Kroetzsch, Norbert Miersch, Eberhard Ambos*

Einleitung

Bei der Fertigung eines Gussteiles fällt eine Vielzahl von Informationen an. Eine systematische Erfassung, Aufbereitung, Auswertung und Verwaltung dieser Daten bildet die Grundlage für eine zuverlässige und effiziente Arbeitsvorbereitung. Leider wird dies in vielen Gießereiunternehmen unterschätzt bzw. man verlässt sich auf die Erfahrungen und das Erinnerungsvermögen der einzelnen Mitarbeiter.

Häufig sind jedoch auch Termindruck und Mangel an qualifiziertem Personal, speziell in den nichtwerterschöpfenden Bereichen Ursache für unvollständig aufbereitete Informationen einschließlich fehlender Nachkalkulationen bezüglich der einzelnen Gussteile und Aufträge. Erschwerend für eine effiziente Arbeitsvorbereitung kommt hinzu, dass die Informationen, welche im Verlauf der Bearbeitung der Angebots- und Fertigungsunterlagen entstehen, in der Regel dezentral in den Unternehmen abgelegt werden. Im Bedarfsfall führt dies zu zeitaufwendigen Rücksprachen und der Suche nach den gewünschten Unterlagen. So werden diverse Dokumente des Kunden wie Anfrageunterlagen und Angebote im Vertrieb archiviert, die zugehörigen Zeichnungsätze mit Vermerken zur Einformlage und den technologischen Parametern finden sich hingegen in der Arbeitsvorbereitung wieder. Die CAD-Daten

* Ines Hofmann, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
 Sylke Krötzsch, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für technische Informationssysteme der Otto-von-Guericke-Universität
 Norbert Miersch, Dozent an der Technischen Fachhochschule Wildau
 Prof. Ambos ist Leiter des Lehrstuhls für Urformtechnik am Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
 Vortrag auf der Fachtagung des VÖG in Wien 2001

verbleiben in der Regel bei den Modellbauern und sind für die Gießereien, z. B. zum Aufbau eines modernen Ordnungssystems, zunächst nicht nutz- bzw. verfügbar. Weit umfangreicher gestaltet sich die Informationsflut, welche bei der Fertigung und Qualitätssicherung eines Gussteiles bzw. eines Auftrages entsteht. Dazu gehören Analyseergebnisse, technologische Parameter, Ergebnisse der Werkstoffprüfung, wie Röntgenbilder und Gefügeaufnahmen, Messprotokolle u.a.m., welche in der Regel bereichsbezogen klassifiziert abgelegt werden. Erschwerend kommt hinzu, dass verschiedene Informationen rechentechnisch abgespeichert andere wiederum in Form von Papier, Fotografien oder vergegenständlicht in Form von Modellen oder Prototypen vorliegen. Eine konsequente Auswertung und Dokumentation dieser prozess- und produktbezogenen Daten ist jedoch Voraussetzung für die stetige Verbesserung des Know how eines Unternehmens. Nur so können wiederholt Fehler in der Fertigung vermieden und das Erfahrungswissen ständig ergänzt und vervollständigt werden. Dieses bildet wiederum die Basis für qualifizierte und genaue Angebotskalkulationen. Zur Aufbereitung und Systematisierung der Daten bieten sich verschiedene Konzepte, wie z.B. die Verknüpfung von Geometriefeatures mit Erfahrungselementen, an [1].

Neben der Erhöhung der Transparenz des Informationsflusses und der Verbesserung der Qualität und Quantität von Informationen in Planungsdocumenten im eigenen Unternehmen sehen sich die Gießereien zunehmend vor die Aufgabe gestellt, externe Informationsquellen zu erschließen. Dies ist speziell dann von Interesse, wenn sie auf Ausschreibungen der Automobilindustrie reagieren möchten. Diese Ausschreibungen, auf welche in der Regel über das Internet zugegriffen werden kann, beinhalten zunehmend weniger Informationen zum angefragten Bauteil. Die Erarbeitung eines funktionstüchtigen, wirtschaftlichen und fertigungsgerecht gestalteten Prototyps setzt demzufolge neben Erfahrungswissen häufig kreatives Denken zur Generierung konstruktiver Varianten voraus. Zur Unterstützung des Konstruktions- und Entwicklungsprozesses bietet sich beispielsweise ein schneller Zugriff auf bekannte Patentlösungen an. Im Internet sind diesbezüglich weltweit eine Vielzahl von Patentdatenbanken verfügbar [2]. An Lösungen zur gezielten Suche gleichzeitig über mehrere Datenbanken wird derzeit in einem Teilvorhaben im Rahmen der DFG-Forschergruppe "Workbench für die Informationsfusion" an der Otto-von-Guericke-Universität gearbeitet.

Als vorteilhaft erweist sich allgemein der Trend, dass zunehmend geometrische als auch herkömmliche Daten rechentechnisch erstellt und über verschiedene Netzwerke (Internet, Intranet) ausgetauscht werden. Dies erleichtert zukünftig die Umsetzung durchgängig rechnerunterstützter Lösungen und die Dokumentation von Wissen.

Über ausgewählte Aspekte der Rechnerunterstützung im Rahmen der Angebotsphase,

wie Nutzung von Checklisten und Datenbanken zur

- Prüfung der Realisierbarkeit einer Anfrage [3],
 - Ähnlichkeitsuche [4][5] bzw. zur
 - Verwaltung von Daten und Steuerung von Abläufen und Informationsflüssen mittels eines Workflow Management Systems [6]
- wurde in verschiedenen Publikationen bereits berichtet.

Der vorliegende Beitrag ordnet sich in dieses Aufgabenspektrum ein (**Bild 1**). Er beinhaltet grundlegende Überlegungen auf dem Weg zur Generierung einer Methode zur systematischen Ableitung der Rohteildaten aus den Fertigteildaten. Diese Aufgabe stellt ein Grundanliegen der Arbeitsvorbereitung dar und setzt umfangreiche Kenntnisse über den unternehmensspezifischen Gussteilfertigungsprozess voraus. Besonderes Augenmerk gilt dabei den Formausrüstungen, da die Generierung einer technisch zweckmäßigen und wirtschaftlich vertretbaren Einformvariante einschließlich der zugehörigen Rohteilparameter für ein Gussteil auf den technischen und organisatorischen Besonderheiten einer jeden Formausrüstung aufbaut. Anhand einer kastengebundenen sowie einer kastenlosen Formanlage wird exemplarisch versucht aufzuzeigen, wie die Merkmale der Ausrüstung die Rohteilgenerierung beeinflussen können. Dies bildet wiederum die Grundlage für die Umsetzung eines rechnergestützten Algorithmus.

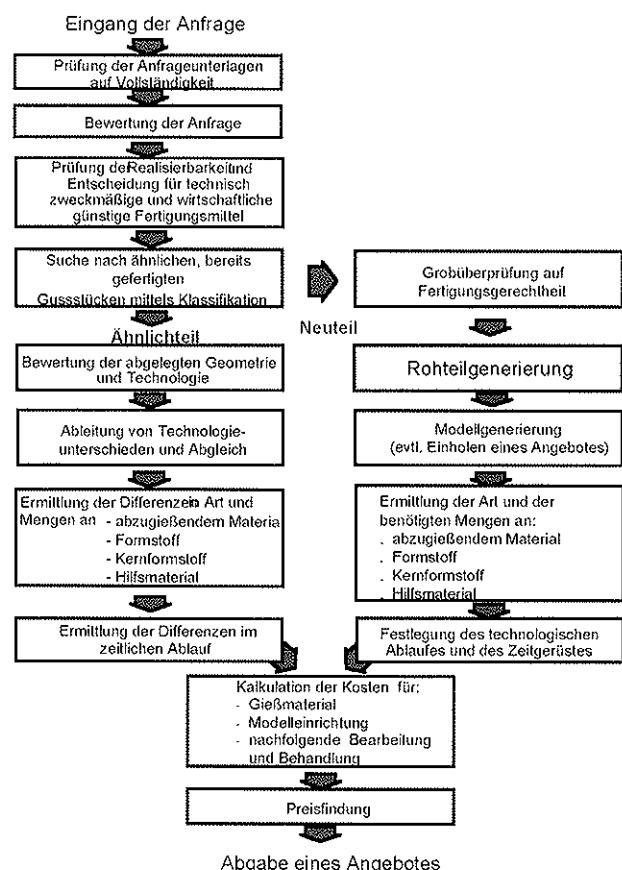


Bild 1: Einordnung der Rohteilgenerierung in den Prozess der Angebotserarbeitung

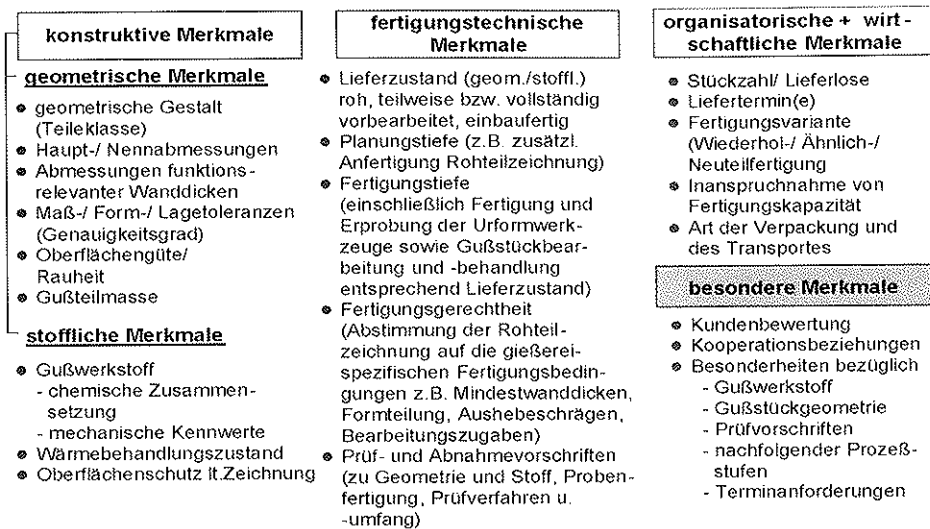


Bild 2: Merkmale von Fertigungsaufgaben der Gusstückfertigung [7]

Prozess der Gussteilfertigung

Angangsbasis für die Gussteilfertigung bildet eine definierte Fertigungsaufgabe. Diese wird durch den Markt oder den Kunden in Form einer Anfrage bzw. einer Bestellung vorgegeben. Wesentliche Merkmale, welche die Fertigungsaufgabe enthalten sollte, sind im **Bild 2** aufgeführt. Nur auf der Basis einer vollständigen Merkmalsbeschreibung ist es der Gießerei möglich, die vom Kunden gewünschten Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit des Gussteiles zu gewährleisten. Nach [8] versteht man unter Fertigungsgenauigkeit den Grad der Übereinstimmung, der nach der Fertigung vorliegenden Parameter mit den geforderten technischen

Parametern eines Bauteiles. Die Fertigungsgenauigkeit wird durch folgende Teilgenauigkeiten charakterisiert:

1. Formgenauigkeit

Einhalten der zulässigen Grenzen der Gestaltabweichung der Flächenform (eben, zylindrisch, kegelig, gekrümmt, zusammengesetzt)

2. Maßgenauigkeit

Einhalten der zulässigen Grenzen der Abmessungsabweichungen der Flächenabmessungen (Länge, Breite, Höhe, Durchmesser, Dicke, Winkel, Steigung)

3. Lagegenauigkeit

Einhalten der zulässigen Grenzen der Lageabweichungen der Flächen zueinander (Parallelität, Winkligkeit, Achsengleichheit, Symmetrie, Schlag)

4. Oberflächengüte

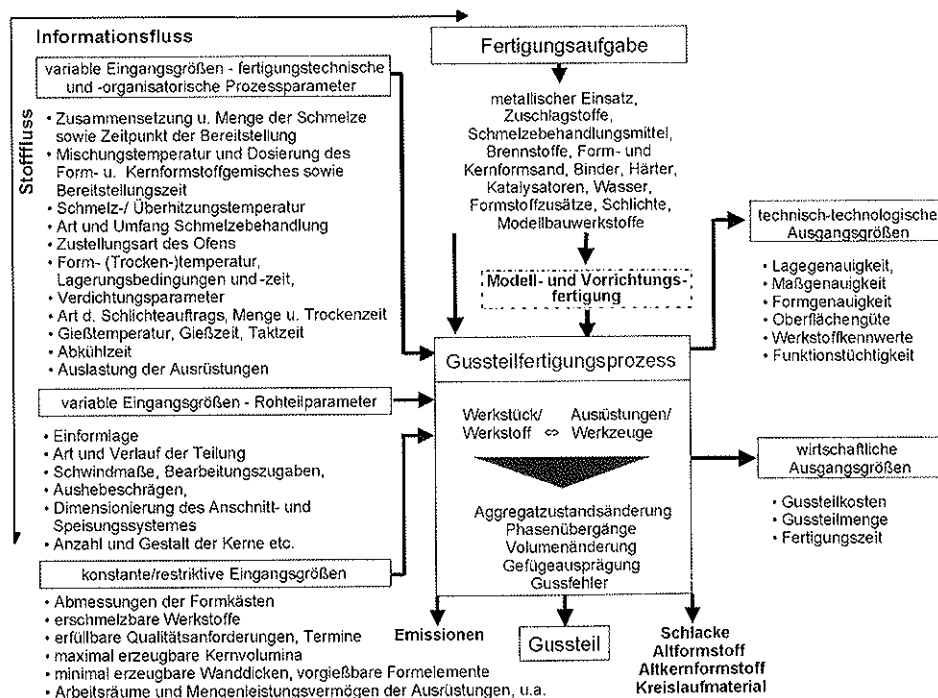
Einhalten der zulässigen Oberflächenrauheit

5. Qualität des Werkstoffzustandes und der Genauigkeit der Werkstoffkennwerte

Einhalten der zulässigen Grenzen der Werte des Werkstoffzustandes (chemische Zusammensetzung, Gefügeausbildung) und der Werkstoffkennwerte (Festigkeitswerte, Härte, Zähigkeit, Dehnung, Sprödigkeit, Abrieb, Spannungen).

Zur Umsetzung der Fertigungsaufgabe ist der Arbeitsvorbereiter gezwungen, sein Spezialwissen über die Gussteilfertigung in den Planungsprozess einzubringen. Das setzt die Kenntnis der vielfältigen

Einflussparameter auf die Gefüge- und Gestaltbildung und die dabei ablaufenden Vorgänge, welche beispielsweise durch Volumenänderungen und Werkstoffumwandlungen gekennzeichnet sind, voraus (**Bild 3**). Der ablaufende Fertigungsprozess ist im Vorfeld möglichst detailliert zu durchdenken, um Abweichungen in Form von Gussfehlern weitestgehend zu vermeiden bzw. diese gezielt an solchen Gussteilpartien zu erzeugen, wo sie die Fertigungsgenauigkeit nicht negativ beeinflussen. So sollte Teilungsgrat auf notwendigerweise mechanisch zu bearbeitenden Flächen erzeugt bzw. Lunker in den Speiser verlegt werden.



Zusammenhänge und Wechselwirkungen beim Gießen in verlorenen Formen (stark vereinfacht)

Bild 3: Stark vereinfachte Darstellung der Zusammenhänge und Wechselwirkungen beim Gießen in verlorenen Formen

Zur Erzielung der gewünschten Fertigungsgenauigkeit besitzt der Arbeitsvorbereiter folgende Möglichkeiten:

1. Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften durch spezifische Zusammensetzung des metallischen Einsatzmaterials, zweckmäßige Ofenzustellung, eine definierte Schmelz- und Wärmebehandlung u.a. sowie
2. Beeinflussung der Maß-, Form-, Lagegenauigkeit und Oberflächengüte durch zweckmäßige:
 - Positionierung des Gussteiles in der Form,
 - Formteilung,
 - Bearbeitungszugaben,
 - Auszugsschragen,
 - Anschnitte, Filter, Kühlelemente, Verstärkungen und Speiser,
 - Ballenausformung und Kerngestaltung,
 - Transportelemente,
 - Probenanordnung am Gussteil,
 - Verbunde mit einzugießenden Bauelementen (z. B. Buchsen) sowie durch zweckmäßige
 - Mindestwanddicken und Radien.

Der Vielgestaltigkeit der Rohteilparameter in Verbindung mit der Einformlage wird insbesondere durch den Gusswerkstoff und den Eigenheiten der zur Anwendung gelangenden Form- und Gießausrüstungen Grenzen gesetzt. Dies soll anhand einer vergleichenden Betrachtung zwischen dem

- maschinellen kastengebundenen Luftstrompressformverfahren (SEIATSU-Formanlage) und dem
- maschinellen kastenlosen Schießen und Hochdruckpressen (DISAMATIC-Formanlage).

belegt werden.

Besonderheiten, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen verschiedenen Formanlagen und deren Einfluss auf die Rohteilgenerierung

Basis für die Festlegung der einzelnen Rohteilparameter bildet die Einformlage, d. h. die Art der Positionierung des Gussteils bzw. Modells in der Form. Grundsätzlich kann bei einem dreidimensionalen Bauteil in Bezug auf ein kartesisches Koordinatensystem von 6 Einformlagen ausgegangen werden (**Bild 4**).

Das bedeutet jedoch nicht, dass nicht noch weitere Einformlagen möglich sind (z. B. um die x-, y-, z-Achse geneigte Einformlagen).

Die Einformlage steht in enger Wechselbeziehung mit den verschiedenen Rohteilparametern (**Bild 5**). Eine Veränderung ihrerseits zieht in der Regel auch eine Veränderung der Rohteilparameter, wie z. B. der Anordnung der Auszugsschragen nach sich. Zwischen den Rohteilparametern existieren ebenfalls Wechselwirkungen. So ist eine Änderung der Lage der Teilung häufig mit höherem oder geringerem Kernbedarf verbunden.

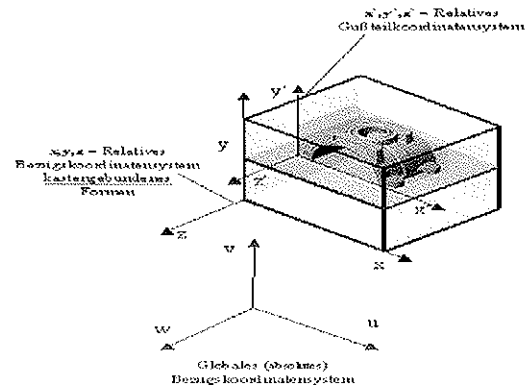


Bild 4 : Vereinheitlichung des Betrachterstandpunktes zur Festlegung der Einformlage

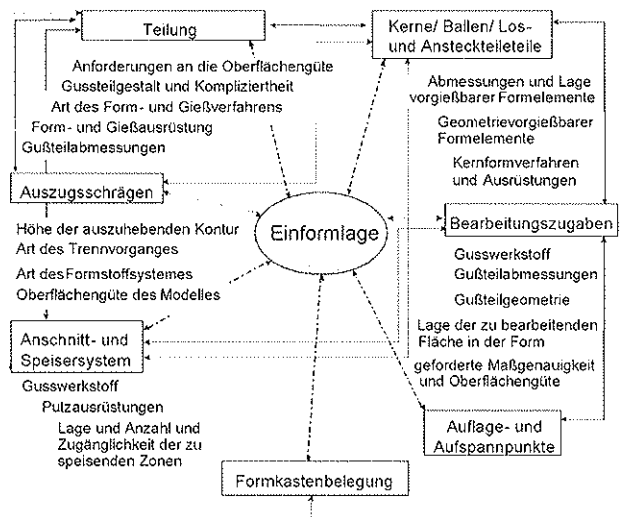


Bild 5: Einfluss der Einformlage auf verschiedene Rohteilparameter sowie Wechselwirkungen zwischen denselben [9]

Die untersuchten Formanlagen unterschieden sich grundsätzlich in den, in Tabelle 1 aufgeführten Merkmalen.

Tabelle 1: Ausrüstungsbezogene Unterschiede zwischen dem Formen auf einer DISAMATIC- und einer SEIATSU-Formanlage (stark vereinfacht)

Merkmale	Kastenlose Formanlage DISAMATIC Typ DMS 2110 LP	Kastengebundene Formanlage Soltau Typ HSP 3
Verdichtungsprinzip	Schießen, Hochdruckpressen	Luftstromverdichten, Pressen
Formkasten-/blockteilung	vertikal	horizontal
Einformungsrichtung	horizontal	vertikal
Kastenbindung	kastenlos (zwei mittels Modellplatten geformte Blöcke bilden eine Form)	kastengebunden (Ober- und Unterkasten)
produktive Vorgaben (Gießereispezifisch)	120 Formblöcke / h (DISAMATIC 2110 MK3)	90 Kasten / h
Formkasten-/Blockhöhe	in Höhe variabel	konstant
Modellwerkstoff	Metall/Kunststoff	Kunststoff/Metall, Modellplatten mit Schlitzen versehen
Relativbewegungen der Modellplatten in Bezug auf Formhohlraum	geradlinige Bewegung zur Hohlraumausbildung und zum Herausziehen aus Formblock anschließendes Schwenken der Platte	geradliniges Abheben der Formkastenhälften von Modellplatte

Daraus resultierten die nachfolgend beschriebenen Besonderheiten in Bezug auf eine zweckmäßige Einformlage und Rohteilgestalt.

Einformen von Gussteilpartien mit hoher Abbildungsgenauigkeit

Die kastengebundene SEIATSU-Formanlage verfügt über eine horizontale Kastenteilung (siehe auch **Bild 4**). Flächen mit der Forderung nach hoher

Tabelle 2: Unterschiede zwischen dem Formen auf einer DISAMATIC- und einer SEIATSU-Formanlage (stark vereinfacht) in Bezug auf die Abbildungsgenauigkeit und einzuhaltende Mindestrandabstände

Merkmale	Kastenlose Formanlage DISAMATIC Typ DMS 2110 LP auf Schwenkplattenseite, parallel zur Formteilungsebene	Kastengebundene Formanlage Seiatsu Typ HSP 3 im Unterkasten, parallel zur Formteilungsebene
Anordnung von Gussteilpartien mit hoher Abbildungsgenauigkeit	neben- und untereinander Verwendung von Trennkernen ist möglich	im Normalfall nebeneinander, bei Verwendung von Trennkernen untereinander
Lageverteilung der Hohlräume in der Form	seitlich, oben und unten verschieden [6]	seitlich, oben und unten konstant [7]
Mindestrandabstände (Formfläche)	maximal 60 % [6]	maximal 86 % [9]
Flächenausnutzung		

Abbildungsgenauigkeit¹⁾, d. h. ohne Versatz und mit engen Toleranzen sind demzufolge möglichst parallel zur Formteilung und zwar unten oder oben anzuordnen. Ist eine spätere mechanische Bearbeitung unzulässig, ist die jeweilige Gussteilpartie prinzipiell unten einzuformen. Grund dafür ist, dass sich beim Schwerkraftguss im oberen Bereich des Gussteiles stets Verunreinigungen, Schlacke u. ä. ansammeln.

Die DISAMATIC-Formanlage weist hingegen eine vertikale Formblockteilung auf, d. h. Flächen mit hoher Abbildungsgenauigkeit sind parallel zur Formblockteilung und zwar in diesem Fall seitlich einzuformen. Hinzu kommt, dass Gussteilpartien, die durch die Schwenkplattenseite abgeformt werden, ausrichtungsbedingt höhere Abbildungsgenauigkeiten aufweisen, als Gussteilkonturen die durch die Pressplattenseite ausgeformt werden. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass beim Vorwärtstransport der Formen [6] durch die Pressplattenseite eine mögliche Druckdeformierung am Formblock auftreten kann. Gussteilpartien mit hoher Abbildungsgenauigkeit sind demzufolge primär auf der Schwenkplattenseite des Formblockes zu positionieren (siehe auch **Tabelle 2**).

Um die entsprechend gestellten Anforderungen zu erfüllen ist somit ausrichtungsbezogen von zwei verschiedenen Einformpositionen auszugehen (**Bild 6**).

Lageverteilung der Hohlräume in der Form

Resultierend aus den verschiedenen Entformungsrichtungen folgt bei Mehrfachbelegung eine unterschiedliche Anordnung der Gussteile in der

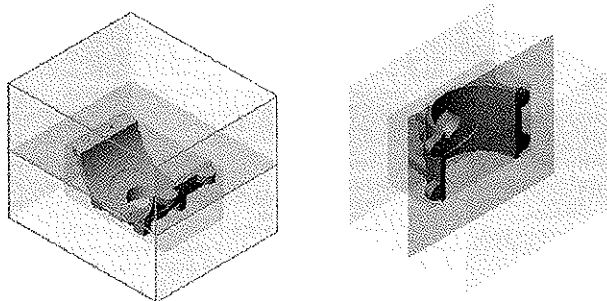


Bild 6: Anordnung von Gussteilpartien mit hohen Anforderungen an die Abbildungsgenauigkeit
a) Seiatsu-Formanlage
b) Disamatic-Formanlage

¹⁾ Unter Abbildungsgenauigkeit versteht man die Gewährleistung der Form-, Maß- und Lagegenauigkeit einer Gussteilpartie bezogen auf vorgegebene Forderungen.

Form. Während die Formhohlräume beim betrachteten kastengebundenen Verfahren in der Regel nebeneinander²⁾ angeordnet werden, erfolgt die Verteilung der Hohlräume im Formblock sowohl nebeneinander als auch mehrfach untereinander.

Mindestrandabstände

Den Abmessungen der auszuformenden Hohlräume sind bedingt durch die Abmessungen der Formkästen bzw. bei der DISAMATIC-Formanlage durch die Abmessungen der Modellplatten und den Schwenkbereich der Schwenkplatte mit Modell unter Berücksichtigung minimal auszuformender Formstoffwände Grenzen gesetzt.

Mindestdicken von Formstoffwänden sind aus Stabilitäts- und thermischen Gründen zwischen Modell und Formkastenwand bzw. zwischen zwei Modellen bei kastengebundenen sowie zwischen den höchsten Punkten der Modellplatten auf der Schwenk- und Pressplattenseite bei der kastenlosen Formanlage einzuhalten. Während bei der betrachteten kastengebundenen Formanlage von einem einheitlichen Mindestrandabstand in Abhängigkeit von der Modellhöhe nach allen Seiten in der Form ausgegangen wird [7], ist bei der DISAMATIC-Formanlage eine Differenzierung in obere, untere und seitliche Mindestrandabstände erforderlich [6]. Der Randabstand nach oben ist dabei am größten zu dimensionieren, da hier das Anschnittsystem anzuordnen ist. In der Regel wird von einem konstanten Flächenbedarf für den Einguss ausgegangen.

Flächen- und volumenmäßige Auslastung der Form

Untersuchungen in [9] belegen, dass beim Einsatz von Formkästen (als wesentlichem Stabilitätsfaktor) bei gleicher Abmessung der Form größere Gussteile bzw. eine größere Zahl an Gussteilen herstellbar ist als beim kastenlosen Formen. Die verfügbare Fläche ist beim kastengebundenen Formen demzufolge effizienter auslastbar. Der Grenzwert der Flächenauslastung³⁾ für das kastenlose Formen liegt nach [6] bei 60%, für das kastengebundenen Formen hingegen bei 86 % [9]. Im Gegensatz dazu weist die kastenlose Anlage jedoch eine höhere Taktzeit auf.

Anschnitte und Speiser

Die unterschiedliche Anordnung der Formhohlräume in Verbindung mit den differenzierten Entformungsrichtungen hat verständlicherweise unterschiedliche Gießsysteme zur Folge (siehe **Tabelle 3**).

Bei beiden Formanlagen steht eine gute Entformbarkeit der Anschnitt- und Speiserelemente im Vordergrund, d. h. zweckmäßiger Weise ist das Gießsystem in der Formteilungsebene zu platzieren. Während bei der Seiatsu-Formanlage das Gussteil nur in der Formteilungsebene angeschnitten werden kann ist bei der kastenlosen Formanlage aufgrund der vertikalen Formteilung jede beliebige Ebene des Gussteiles anscheidbar bzw. es können mehrere

²⁾ Wenn das Modell aufgrund seiner Gestalt ausschließlich im Unterkasten eingeformt werden kann und ist es mittels Trennkernen ebenfalls möglich, die Hohlräume sowohl neben- als auch untereinander anzuordnen.

³⁾ Die Flächenauslastung wird dabei definiert als das Verhältnis der genutzten Fläche (projizierte Fläche des Formhohlraumes mit Anschnitt- und Speisesystem, Ballen, Kernmarken) zur Gesamtfläche der Form bzw. des Ballens

übereinander angeordnete Gussteile angeschnitten werden. D.h. während bei der SEIATSU-Formanlage in der Regel eine Kombination aus fallender und steigender Gießweise vorliegt, ist das Gießen auf der DISAMATIC häufig durch eine fallende Gießweise geprägt. Es wird jedoch auch hier angestrebt, die Gussteile so anzuschneiden, dass durch ein kombinierte Gießweise gefüllt werden.

Vergleicht man die Lage der zum Anschnittsystem gehörenden Elemente untereinander, so kann festgestellt werden, dass diese beim DISAMATIC-Formverfahren vollständig in selbiger ausformbar sein müssen. Bei den kastengebundenen Formverfahren hingegen stehen der Eingusstümpel bzw. -trichter sowie der Einlauf senkrecht auf der Formteilungsebene. Da der entsprechende Einguss bzw. Trichter beim SEIATSU-Formverfahren nicht automatisch entformbar ist, wird er in der Regel nachträglich mittels eines Sandbohrers eingebracht.

In Bezug auf die Speisung wird bei beiden Formanlagen angestrebt, standardisierte Speiser einzusetzen. Dafür stehen überwiegend Zylinder- und Kugelspeiser zur Verfügung. Diese sind nach den Gesetzmäßigkeiten der gerichteten Erstarrung beim Ausformen auf der DISAMATIC-Formanlage so anzuordnen, dass sie mit ihrer Symmetrieebene in der

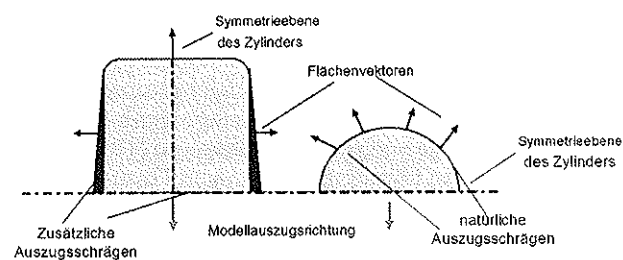


Bild 7: Einfluss der Kontur eines zylindrischen Speisers auf die Auszugsschrägen in Abhängigkeit von der Modellauszugsrichtung

Tabelle 3: Unterschiede zwischen dem Formen auf einer DISAMATIC und einer SEIATSU-Formanlage (stark vereinfacht) in Bezug auf das Gießsystem

Merkmale	Kastentlose Formanlage DISAMATIC Typ DMS 2110 LP	Kastengebundene Formanlage Seiatsu Typ HSP 3
charakteristische Gießweise	fallend bzw. kombiniert	überwiegend kombiniert bei kompletter Positionierung des Gussteils in einem Formkasten steigende oder fallende Gießweise realisierbar
Anschnitte		
Lage des Ein- und Zulaufes sowie der Querläufe	in Formteilungsebene	in der Formteilungsebene und senkrecht dazu
Höhenlage der Zulaufe	variabel Zulaufe können in Abhängigkeit von der Plattenbelegung in unterschiedlichen Höhenlagen liegen.	konstant Zulaufe liegen unmittelbar auf der Teilung.
Speisung und Kühlung Positionierung der Speiser	eingeschränkt Lage in Formteilungsebene, unter der Bedingung, dass Speisergeometrie über natürliche Auszugsschrägen verfügt	uneingeschränkt Lage in Formteilungsebene siehe DISAMATIC, senkrecht zur Teilungsebene Einführen von gegenkonischen Speisereinsätzen durch Aufstecken auf Dorn am Modell möglich
Speiserarten	geschlossene Speiser Heizspeiser, standardisiert	geschlossene Speiser, Heizspeiser, standardisiert
Speisergeometrien	Zylinder- und Kugelspeiser [6] Eingussfilterspeisern	Einsatz aller geschlossenen standardisierten Speisergeometrien uneingeschränkt
Anwendung von Naturspeisern	eingeschränkt Bedingung siehe standardisierte Speiser	alle Formen als auf- oder/und eingesetzte Blindspeiser
Möglichkeiten der Einführung von Kühlelementen	nach Herstellung der Form über Kerneinleger in Verbindung mit dem Einlegen von Kernen möglich	entweder vor der Formherstellung über das Modell mittels Dorn (aufgrund der Gegenkonizität bleiben die Kühlelemente beim Abheben der Modellplatte in der Form stecken) bzw. Beschiebung auf der Kerneinlegerstrecke nach dem Formen möglich

Formteilungsebene liegen, wobei die natürlichen Auszugsschrägen der sphärischen Speiserkonturen zum Entformen genutzt werden (**Bild 7**).

Aus Platzgründen wird in der Regel auf standardisierte Heizspeiser zurückgegriffen die in die vorgeformten Hohlräume eingelegt werden. Bei der SEIATSU-Formanlage können diese in Abhängigkeit von der Anordnung am Gussteil entweder direkt in der Teilungsebene bzw. senkrecht zu dieser durch Aufstecken auf einen Modelldorn eingeformt werden. Aufgrund der Gegenkonizität bleiben die Heizspeiser nach dem Abheben der Modellplatte in der Form stecken. Als Zeitraum zum Aufstecken der Speiser auf die Dorne wird der Modellplattenwechsel für Ober- und Unterkasten genutzt. Diese werden auf der Seiatsu-Formanlage abwechselnd abgeformt. Bei der DISAMATIC-Formanlage sind, bedingt durch das Verfahrensprinzip, beide Modellplatten ständig im Einsatz, so dass letztere Möglichkeit der Speisungsanordnung hierfür nicht in Frage kommt.

Ist zur Speisung einer bestimmten Gussteilpartie kein Standardspeiser verfügbar, der Platzbedarf jedoch ausreichend und die Ausformbarkeit gegeben, kann bei beiden Formanlagen auch auf geschlossene Naturspeiser, die direkt mit dem Modell auszuformen sind, zurückgegriffen werden [6].

Zur Erzielung einer hohen Speiserwirksamkeit wird bei beiden Formverfahren stets versucht, die Speiser so zu legen, dass diese angeschnitten werden können.

Bild 8 und Tabelle 4 beinhalten ergänzend zu den durchgeführten Betrachtungen eine Systematisierung und Zuordnung möglicher Speisergeometrien zu den Formanlagen.

Die Ausformung komplizierter Außen- und Innenkonturen mittels Kernen stellt ein weiteres restriktives Rohteilkriterium dar (siehe **Tabelle 5**). So werden die Abmessungen der Kerne beim kastengebundenen Formen mit horizontaler Formteilung

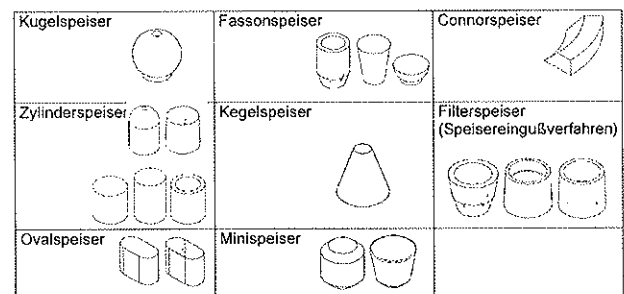


Bild 8: Systematik angewandter Speisertypen

Tabelle 4: Angewandte Speiserarten, unterteilt nach der Geometrie, in Abhängigkeit vom Formverfahren

	Speiserarten						
	Kugelspeiser	Zylinder- speiser	Ovalspeiser	Kegelspeiser	Minispeiser	Connor- speiser	Filterspeiser
Formanlage							
kastengebundenes Formen (SEIATSU)	1	1	1	1	1	1	1
kastengebundenes Formen (DISAMATIC)	1	1	0	0	0	1	1

Legende:

0 – Kein Zusammenhang

1 – Zusammenhang

* – Positionierung unmittelbar auf der Formteilung durch Kerneinleger möglich

** – vollständige Anordnung des Gussteils in einer Formkasten-/Formblockhälfte

lediglich begrenzt durch einzuhaltende Mindestrandabstände zwischen der Kernmarke und dem benachbarten Formhohlraum bzw. der Formkastenwand. Die Kerne können dabei im Unterkasten liegend oder stehend platziert werden. Eine Kernsicherung ist in der Regel nicht erforderlich.

Betrachtet man hingegen die Situation bei der Kernlagerung in einem vertikal geteilten Formblock bzw. in der Kerneinlegemaske, so wird deutlich, dass aufgrund des wirkenden Kippmomentes in jedem Fall eine Kernsicherung erforderlich ist (**Bild 9**).

Beeinflusst wird das Kippmoment durch die Abmessungen und das Gewicht des Kerns (Kernpakets). Beiden Parametern sind bei der Disamatic-Formanlage Grenzen gesetzt. Ähnlich verhält es sich auch mit den Abmessungen auszuformender Ballen.

Formschrägen

Die Größe der Formschrägen wird im wesentlichen beeinflusst durch die Oberflächenbeschaffenheit des Modells sowie die Führungsgenauigkeit der

Tabelle 5: Unterschiede zwischen dem Formen auf einer DISAMATIC und einer SEIATSU-Formanlage (stark vereinfacht) in Bezug auf Formballen, Kerne und Formschrägen

Merkmale	Kastenlose Formanlage DISAMATIC Typ DMS 2110 LP seitlich hängend (Restriktionen in Bezug auf Kippmoment: Abmessungen und Eigengewicht)	Kastengebundene Formanlage Seiatsu Typ HSP 3 stehend im Unterkasten hängend im Oberkasten (Restriktionen: Abmessungen und Eigengewicht des Ballens beim Wenden des Oberkastens)
Formballen – Ausformung		
Kerne		
Restriktionen für die Anwendung von Kernen	1. Formblockabmessungen und einzuhaltende Randabstände, 2. verfügbarer Platz für Kernlagerung 3. Kerngeometrie bezogen auf eine stabile Kernlagerung und – sicherung. 4. Kerngewicht (max. 35 kg [6]) 5. Kernlänge bezogen auf die Abmessungen d. Kerneinlegers	1. Formkastenabmessungen und einzuhaltende Randabstände, 2. verfügbarer Platz für Kernlagerung 3. Kerngeometrie bezogen auf eine stabile Kernlagerung und – sicherung.
Kernpakete	Einsatz möglich [6]	Einsatz möglich
Charakteristische Kernposition nach dem Einlegen	stehend oder liegend in der Formblockmitte Kernsicherung ist zur Lagesicherung immer notwendig	Liegend oder stehend in der unteren Formhälfte Kernsicherung ist nicht immer notwendig
Formschräge	Auswahl in Abhängigkeit von der Modellhöhe und der Lage der Kontur 0,33°–12° [8]	verfahrensspezifisch empfohlener Wert 0,5°

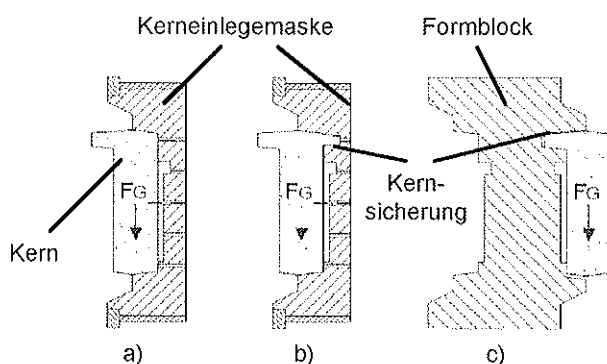


Bild 9 : Lagerungssituation von Kernen bei offener Form mit horizontaler Entformungsrichtung

a) Kernlager ohne Sicherung in der Kerneinlegemaske

b) Kernlager mit Sicherung in der Kerneinlegemaske

c) Kernlager mit Sicherung im Formblock
FG – Wirkungsrichtung der Gewichtskraft

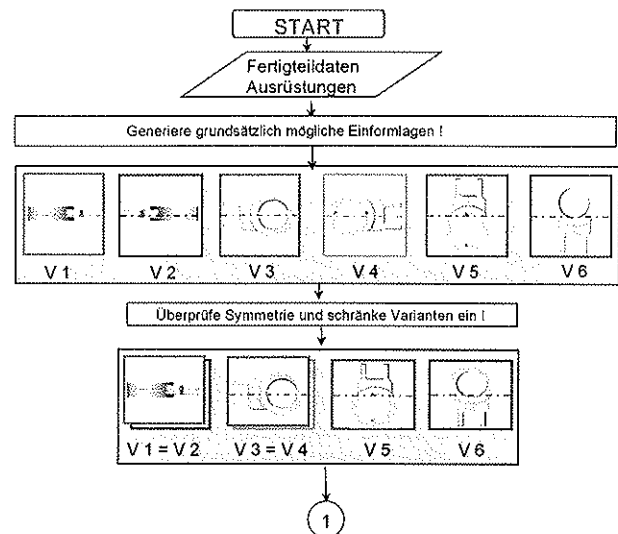


Bild 10: Auszug aus dem Algorithmus zur Generierung der Rohteildaten – Teilschritte: Generierung grundsätzlicher Einfeldlagen und Varianteneinschränkung aufgrund möglicher Symmetrien

Modellplatten auf der Formmaschine beim Abheben. Während auf der SEIATSU-Formanlage in der Regel Kunststoff- bzw. Metallmodelle eingesetzt werden, nutzt man beim DISAMATIC-Formverfahren ausschließlich Modellplatten aus Metall. Nach [7] wird für Modellkonturen in Entformungsrichtung auf der betrachteten SEIATSU-Formanlage grundsätzlich eine Formschräge von 0,5° empfohlen. In [10] werden für eine ähnliche Formanlage hingegen Formschrägen von 0,12° für Außen- und 0,15° für Innenkonturen beschrieben.

Bei der DISAMATIC erfolgt die Festlegung der Formschrägen basierend auf der Modellhöhe und der Lage der Kontur (innen, außen) am Gussteil. Während Schrägen an Außenkonturen zwischen 0,33° und 12° differieren, beginnen diese bei Innenkonturen bei einem Wert von 1,5°. Konturen auf der Schwenkplattenseite erfordern nach [6] oft eine geringere Auszugsschräge.

Anhand dieser vereinfachten Gegenüberstellung wird deutlich, dass wesentliche Unterschiede bezüglich der Rohteilgenerierung und der Plattenbelegung zwischen kastenlosen- und kastengebundenen Formanlagen existieren. Ausgehend von einer definierten Einfeldlage gelangt man bei Anwendung unterschiedlicher Formanlagen zu differenzierten Rohteilen.

An der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg wird derzeit an einem Algorithmus zur rechnerischen Unterstützung der Rohteilgenerierung, basierend auf den CAD-Daten des Fertigteiles gearbeitet (**Bild 10**). Dieser ist der Herangehensweise des Arbeitsvorbereiters bei der Ableitung der Einfeldlage und der Rohteilparameter nachempfunden und zielt auf eine systematische Bearbeitung dieser Aufgabe ab.

Unterstützt werden die einzelnen Schritte durch Checklisten. Im **Bild 11** ist exemplarisch eine Checkliste zur Unterstützung der Anordnung und

Gussteile - Speisung	
Gusswerkstoff, Wanddicken u. Querschnittsübergänge erfordern Speisung?	☒ Ja ☐ Nein
Anzahl der Wärmezentren erfordern mehr als einen Speiser?	☒ Ja ☐ Nein
Zugänglichkeit der Wärmezentren gegeben?	☒ Ja ☐ Nein
Platzbedarf zur Speiseranordnung ausreichend?	☒ Ja ☐ Nein
Bearbeitung der Fläche offen welchem Speiser erforderlich/zulässig?	☒ Ja ☐ Nein
Platzbedarf für Kühlelement gegeben?	☒ Ja ☐ Nein
Anbringen von Keilverstärkungen möglich?	☐ Ja ☒ Nein
Einbringen von Kühlbohrungen erlaubt?	☒ Ja ☐ Nein

Bild 11: Checkliste zur Speisung

Auswahl von Speisern, Verstärkungen und Kühlelementen dargestellt. Bei positiver Beantwortung der, in der Checkliste zur Speisung der/des Gussteile/s aufgeführten Fragen erfolgt die Dimensionierung der Speiser, Kühlelemente und Keilverstärkungen. Die dazu benötigten Formeln (Modul, Sättigungsweite) können entsprechend im Algorithmus hinterlegt werden.

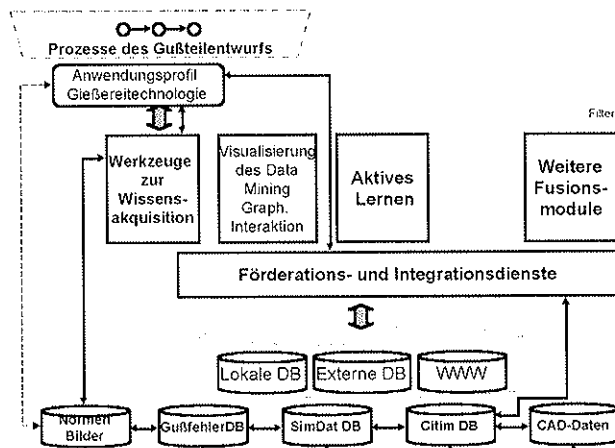


Bild 12: Workbench für die Informationsfusion

Die Art der in Frage kommenden Speiser kann für das jeweilige Formverfahren aus einer Matrix entnommen werden. Diese Matrix kann jedoch nur aufgebaut werden, wenn die Eigenheiten der Formanlagen erfasst worden sind.

Es wird deutlich, dass der in Auszügen beschriebene Algorithmus nur zweckmäßig eingesetzt werden kann, wenn er die unternehmensspezifischen Eigenheiten eines jeden verfügbaren Form- und Gießverfahrens enthält. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn eine Gießerei über eine Vielzahl unterschiedlicher Ausrüstungen verfügt.

Informationsfusion – Basis für die Bereitstellung komplexen Wissens

Das notwendige Know-how, welches zur Rohteilgenerierung erforderlich ist, wird von den Unternehmen in der Regel geschützt. Unabhängig davon entstanden in den vergangenen Jahren verschiedene heterogene, aufgabenspezifische Datenbanken zur Unterstützung dieser und anderer Aufgaben der Arbeitsvorbereitung mit aufbereitetem Erfahrungswissen aus Fachpublikationen und Normen. Die in den einzelnen Datensammlungen enthaltenen Informationen unterscheiden sich jedoch teilweise stark voneinander. Dies betrifft einerseits die Vollständigkeit der jeweiligen Daten und andererseits auch die eventuell auftretenden Redundanzen. So kann der Fall eintreten, daß eine Datenbank nicht alle zur Entscheidungsfindung benötigten Informationen enthält und der Bearbeiter auf weitere Hilfsmittel zugreifen muss. Um möglichst kurzfristig alle Informationen zur Lösung einer Aufgabe bereitzustellen, ist es oftmals erforderlich auf verschiedene spezifische Datenbanken zuzugreifen. An der

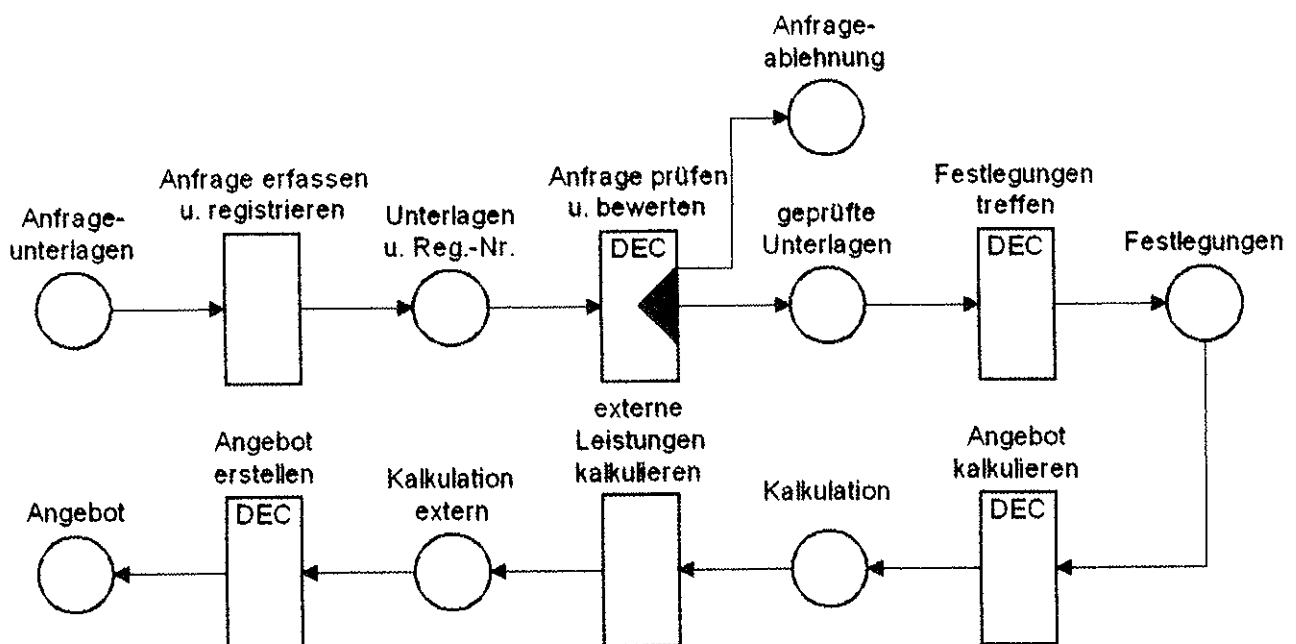


Bild 13: Referenzprozesse zur Angebotserarbeitung in Gießereien (FunSoft-Netz)

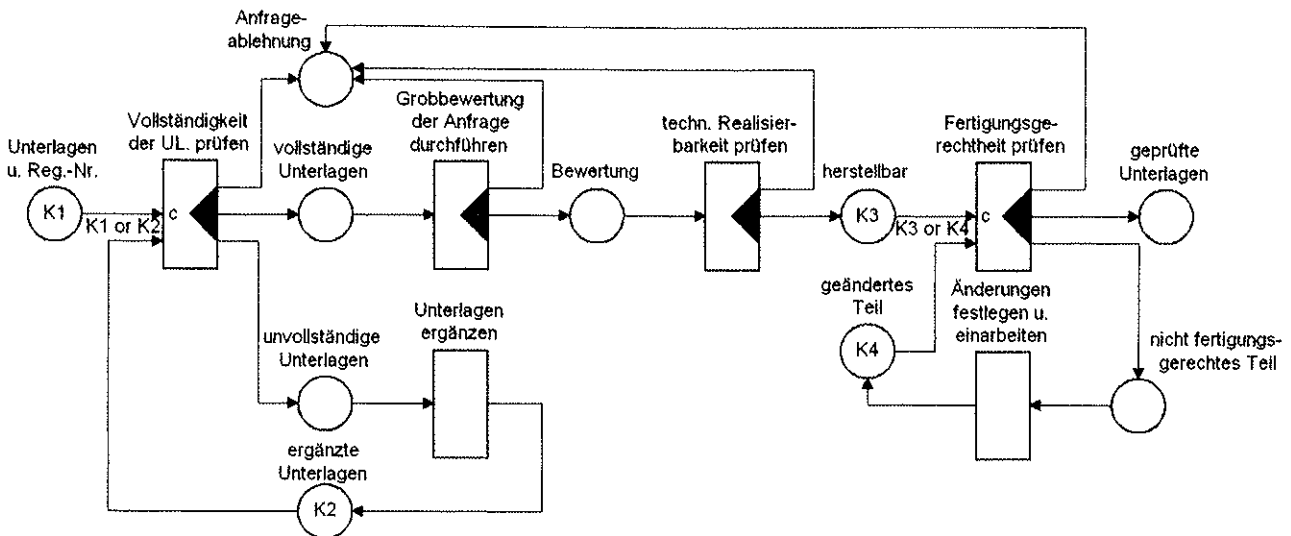


Bild 14: Anfrage prüfen und bewerten (FunSoft-Netz)

Unterstützung dieser Vorgehensweise arbeitet die DFG-Forscherguppe "Workbench für die Informationsfusion". Diese verfolgt mittels der Schaffung einer Workbench das Ziel, aus den, in verschiedenen Datensammlungen heterogen vorliegenden Informationen Wissen in einer neuen Qualität bereitzustellen. **Bild 12** verdeutlicht die Zusammenhänge zwischen den Teilprojekten der Forschergruppe und dem Anwendungsprofil. Die Workbench dient als eine Art "Filter", welcher mit Hilfe von rechentechnischen Mitteln und Methoden die notwendigen Informationen in einem ausgewählten Spektrum an Datenbanken sucht und aufbereitet.

Die bisherigen Untersuchungen konzentrierten sich auf die Angebotserstellung. Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurde ein realisierbares Vorgehensmodell erarbeitet (**Bild 13**), welches die identifizierten Referenzprozesse zur Angebotserarbeitung enthält.

Hierzu wurden bereits einzelne Hilfsmittel rechentechnisch umgesetzt, so dass eine computer-gestützte Abarbeitung möglich ist. Das Ziel der Untersuchungen besteht in der Schaffung einer durchgängigen Lösung zur Unterstützung der Arbeitsvorbereitung. Um dies zu erreichen wird einerseits eine Steuerung für die auszuführenden Prozessschritte und andererseits die übergreifende Nutzung der modernen Methoden und Konzepte der Informationstechnik (Workbench) vorgeschlagen.

Die Angebotserarbeitung beginnt mit der Registrierung der Anfrage. Dazu werden dem mitgelieferten Schreiben und der Zeichnung verschiedene Informationen entnommen, wie beispielsweise Abmessungen, Gusswerkstoff, Benennung, Zeichnungsnummer, Stückzahl, Lieferdatum usw. Im Ergebnis des ersten Schrittes erhält die Anfrage eine eindeutige Registrierungsnummer. Anschließend wird die Anfrage bezüglich verschiedener Merkmale geprüft und bewertet (**Bild 14**).

Zur Prüfung auf Vollständigkeit wird eine Checkliste eingesetzt, die im Ergebnis eine Liste mit den fehlenden Angaben liefert. Weiterhin wird berücksichtigt, ob fehlende Angaben als zwingend erforderlich (z.B. Gußwerkstoff, Geometrie) oder als optional vorgebbar (Angaben zur Verpackung) eingeschätzt werden. In einem weiteren Prozessschritt erfolgt eine Grobbewertung der Anfrage. Hierbei wurden Regeln in Form von Entscheidungstabellen aufgestellt, die das zur Bewertung benötigte Expertenwissen beinhalten. Die hierzu genutzte Checkliste enthält verschiedene Kriterien (grundlegend, technisch und wirtschaftlich). In Abhängigkeit von den hinterlegten Regeln erfolgt die Auswertung der Checkliste, die als Ergebnis Vorschläge für die weitere Vorgehensweise liefert. Beispielsweise ob die Anfrage abgelehnt, ein Alternativ-Angebot genutzt oder das Management einbezogen wird. Im folgenden Beispiel sind zwei Bedingungen beschrieben, zum einen muss ein Gußteil technisch realisierbar sein und zum anderen darf es sich nicht um eine erkennbare Vergleichsanfrage des Kunden handeln. In Abhängigkeit von der Kombination der Regeln (bzw. Bedingungsanzeiger) kann eine Schnellkalkulation oder Normalkalkulation durchgeführt, ein Alternativangebot abgegeben oder die Anfrage auch abgelehnt werden (**Tabelle 6**). In der Tabelle wird "J" eingetragen, wenn die Bedingung erfüllt ist, "N" wenn die Bedingung nicht erfüllt ist und "X" wenn eine Aktion des Aktionsteils ausgeführt wird.

Zur Prüfung der Realisierbarkeit wird eine Datenbankanwendung eingesetzt. Hierbei werden verschiedene Eingabedaten (z. B. Gusswerkstoff, Gewicht, Maßgenauigkeit, usw.) genutzt, um die in der Gießerei vorhandenen Ausrüstungen im Hinblick auf ihre Eignung zur Fertigung des angefragten Gussstückes zu untersuchen.

Im Ergebnis erhält der Arbeitsvorbereiter eine Auflistung der einsetzbaren Ausrüstungen (z. B. Schmelzofen, Formanlage usw.) bzw. einen Negativbescheid. Einen weiteren wichtigen Aspekt verkörpert

		R1	R2	R3	R4
B1	Gussteil ist technisch realisierbar	J	N	J	N
B2	erkennbare Vergleichsanfrage	J	J	N	N
A1	Schnellkalkulation	X			
A2	Normalkalkulation			X	
A3	Alternativangebot				X
A4	Ablehnung		X		

Bi - Bedingung Ai - Aktion Ri - Regel

Tabelle 6: Beispiel für eine Entscheidungstabelle

die Überprüfung der Fertigungsgerechtigkeit. Hierbei werden Mindestwanddicken, Masseanhäufungen usw. überprüft, um die fertigungsgerechte Gestaltung des Gußstückes zu gewährleisten. Zur Unterstützung dieser Aufgabe, aber auch zur Suche nach ähnlichen Teilen und zur Rohteilgenerierung ist im Rahmen der weiteren Untersuchungen der DFG-Forschergruppe im Hinblick auf die Schaffung einer Workbench die Nutzung folgender Datenbanken (Bild 15) vorgesehen.

Hierbei ist ersichtlich, dass die auszuführenden Prozessschritte jeweils auf verschiedene Datenbanken zugreifen. Beispielsweise wird bei der Überprüfung der Fertigungsgerechtigkeit auf die Datenbanken DB-Gussfehler, DB-CITIM Gusswerkstoffe, DB-CITIM Gestaltungsregeln und DB-CITIM Richtwerte zugegriffen. Die dort enthaltenen Daten werden durch die Methoden und Techniken (bereitgestellt durch die Workbench) gefiltert und in einer neuen Qualität bereitgestellt. Das Projekt "Wissensakquisition"

arbeitet ergänzend daran, weitestgehend automatisch aus gießereispezifischen Texten (z.B. Literaturdatenbanken) zweckmäßige Informationen zu entnehmen, um diese beim Gussteilentwurf bzw. bei der Rohteilgenerierung zu nutzen.

Die Workbench stellt einen ersten Schritt in Richtung der Schaffung eines durchgängig beratenden Systems für den Arbeitsvorbereiter und den Gussteilkonstrukteur dar.

Zusammenfassung

Aufgabe der gießereitechnischen Rohteilgenerierung ist es, die Voraussetzungen für die nachfolgende umformende und/oder spanende Bearbeitung bzw. einsatzfähige Einzelteile zu schaffen. An den Arbeitsvorbereiter wird demzufolge die Anforderung gestellt unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit, das Gussteil so zu gestalten, dass Fehler und Abweichungen, bedingt durch die Fertigung vermieden bzw. auf ein Minimum reduziert werden, da sie die nachfolgenden Prozessstufen und damit die Fertigungsgenauigkeit des Einzelteiles entscheidend beeinflussen können.

Die Generierung der technischen und wirtschaftlichen Lösung ist so umzusetzen, dass sie nicht nur für den momentanen Bearbeiter

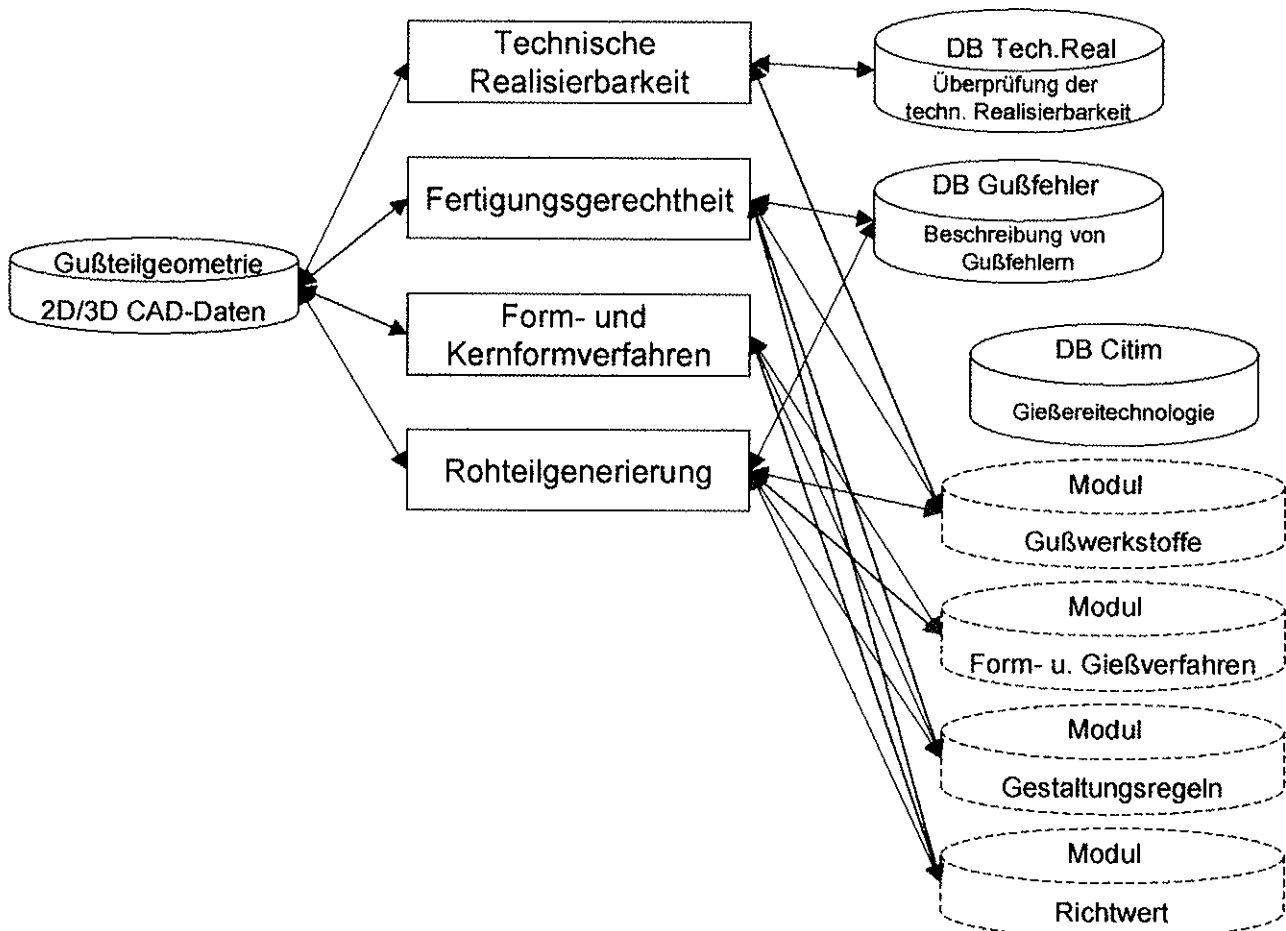


Bild 15: Zur Angebotserarbeitung genutzte Datenbanken

durchschaubar, sondern für jeden anderen befugten Mitarbeiter zu einem späteren Zeitpunkt nachvollziehbar ist. Zweckmäßigerweise sind sämtlich vorgenommene Änderungen mit einer entsprechenden Begründung in Stichpunkten und oder bildlicher Form unter Angabe des Bearbeiters zu dokumentieren. Das betrifft beispielsweise notwendige Änderungen aufgrund nicht fertigungsgerechter Gestaltung des Gussteils aber auch die Dokumentation von Simulationsergebnissen u.a. Leider ist dies in den Unternehmen nur selten der Fall. Das ist jedoch Voraussetzung um wiederholt Fehler zu vermeiden, systematisch die Qualität der Produkte zu verbessern und die Kalkulationsgenauigkeit der Gussteile zu erhöhen.

Literatur

- [1] Gerken, H.; Weyrich, M.:
Technologien zum Wissensmanagement in der CAD/CAM-Prozesskette
Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung 95 (2000) 11, S. 543 – 545
- [2] Patentdatenbanken
STN, International The Scientific & Technical Information Network
c/o Fachinformationszentrum Karlsruhe
- [3] Pfisterer, W.:
Vervollständigung und Bewertung von Anfragen auf Realisierbarkeit bei der Angebotsbearbeitung in Gießereien
Dissertation, Universität Magdeburg 1999
- [4] Scheler, R.; Hofmann, I.; Krötzsch, S.; Ambos, E.; Pfisterer, W.:
Rechnerunterstützte Ähnlichteilsuche bei der Angebotserarbeitung von Gussstücken,
Teil 2: Assistenzsystem Ähnlichteilsuche
Giesserei 87 (2000) 8, S. 72 – 78
- [5] Scheler, R.; Hofmann, I.; Ambos, E.; Pfisterer, W.:
Rechnerunterstützte Ähnlichteilsuche bei der Angebotserarbeitung für Gußstücke,
Teil 1: Stand der Technik
Giesserei 87 (2000) 4, S. 72 – 79
- [6] Krötzsch, S.; Hofmann, I.; Kreutzmann, F.; Ambos, E.; Paul, G.:
Rationelle Informationsbereitstellung bei der Bearbeitung von Angeboten für Gussstücke
Giesserei 84 (1997) 10, S. 15 – 21
- [7] Lichtenberg, H.; Hofmann, I.; Pfisterer, W.:
Aufgaben und Bedingungen der Fertigungsvorbereitung für die Herstellung von Gussstücken
Research Conference zum BMBF-Projekt "Innovative Gießerei,
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg 1998,
Preprint Nr. 6 1998, Seite 4 – 12
- [8] Müller, G.:
Technologische Fertigungsvorbereitung, Maschinenbau Verlag Technik Berlin 1979
- [9] Miersch, N.; Hofmann, I.; Ambos, E.:
Methodik der Rohteilgenerierung in Gießereien mit verlorenen Formen
Teil 1: Stand der Technik – Einformlage, Formkastenbelegung, Teilung
Giessereiforschung 2 (2001)
- [6] DISAMATIC-DMS 2110 LP
Handbuch der Anwendungstechnik für DISAMATIC 2110 MK3 Sandformsystem
- Dokumentationsunterlagen der Firma Georg Fischer DISA 1996
- [7] Düsen im SEIATSU-Formverfahren
Information 003, Düsen im SEIATSU-Formverfahren
Heinrich Wagner Sinto Maschinenfabrik GmbH 1996
- [8] Pfisterer, W.:
Vervollständigung und Bewertung von Anfragen auf Realisierbarkeit bei der Angebotsbearbeitung in Gießereien
Dissertationsschrift Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg 1999.
- [9] Ambos, E.; Lemke, H.:
Vergleich zwischen kastenlosen und kastengebundenen Formen – Versuch einer objektiven Wertung
Giessereitechnik 23 (1977) 11, S. 338 – 342
- [10] Voss, G.:
Reduzierung von Formschrägen und Vermeiden von Ballenabrissen bei Formanlagen für tongebundene Formstoffe durch Maßnahmen an Formmaschinen
Giesserei 86 (1999) 6, S. 150 – 153

Verein Österreichischer Gießereifachleute

HEXAGONALE – MEGI Mittel – Europäische – Gießerei – Initiative

Nachdem das CIATF als Dachorganisation der gießereitechnischen Vereinigungen die Arbeiten der Internationalen Kommissionen nicht finanzieren konnte, schlug der VÖG gemeinsam mit dem VDG im Jahre 1991 vor

- Gruppen der benachbarten CIATF-Mitglieder zu bilden,
- die Sitzungen in freiwilliger Reihenfolge anlässlich der jährlichen Gießereitage durchzuführen,
- keine Mitgliedsbeiträge einzuheben,
- wobei die Administration vom jeweiligen Veranstalter zu besorgen ist und
- der Präsident vom Mitgliederforum gewählt wird.

Der Vorschlag fand eine einstimmige Zustimmung und anlässlich des zehnjährigen Bestandsjubiläums bringen wir nachstehend die Niederschrift der letzten Tagung, um über die zufriedenstellende Arbeit der MEGI zu berichten.

NIEDERSCHRIFT über die Sitzung der MEGI vom 14. Oktober 2001 in Miskolc-Lillafüred

Eingeladen war mit Schreiben vom: 12. Juli 2001.

Vorsitz: Dr.-Ing. N. Ketscher
Beginn: 15 Uhr
Ende: 18.30 Uhr

Tagesordnung

1. Begrüßung durch den Präsidenten der MEGI und die Gastgeber
2. Beschluss über die Tagesordnung
3. Informationen zur aktuellen Situation der Gießereiindustrie in den MEGI-Ländern
4. Berichte zu Einzelthemen
 - 4.1 Entwicklung der Kern- und Formherstellungsverfahren
 - 4.2 Umweltschutz in Gießereien
 - 4.3 Ausbildung von Gießereifachleuten, -ingenieuren
 - 4.4 Gießereitechnische Fachausbildung außerhalb vom Schulsystem
5. Mitgliederangelegenheiten und Organisatorisches

6. Sonstiges
- 6.1 Übersetzungshilfe „Metalllingua“
- 6.2 MEGI-Schirmherrschaft und Umweltschutzkonferenz FOND-Ex 2002 in Brno
- 6.3 Vorschläge für MEGI-Aktivitäten
- 6.4 GIFA und neue Messe NEWCAST 2003 in Düsseldorf
7. Termin und Ort der nächsten Sitzung (Präzisierung nach Sitzung!)

TOP 1 Begrüßung durch den Vorsitzenden der MEGI und die Gastgeber

Der Präsident der MEGI, Dr.-Ing. N. Ketscher, begrüßt die Anwesenden und dankt Herrn Dr. Bakó für die gute Vorbereitung und vorzügliche Auswahl des Sitzungsortes. Als neue Mitglieder im Kreis begrüßt Herr Dr. Ketscher die Herren Bergrat h. c. Dir. i. R. Dipl.-Ing. E. Nechtelberger, Präsident Ing. D. Satur und Dipl.-Geol. H. Wolff.

Herr Dr. Sohajda und Herr Dr. Bakó als Vertreter der ungarischen Vereinigung begrüßen die Sitzungsteilnehmer und geben Erläuterungen zum Ablauf des Treffens.

TOP 2 Beschluss über die Tagesordnung

Dr. Ketscher verliest die Tagesordnung, die mit Schreiben vom 12. Juli 2001 allen Vertretern von Mitgliedsländern zugesandt wurde und gibt die Möglichkeit, Ergänzungs- oder Änderungsvorschläge vorzutragen.

Dr. Bakó bietet einen zusätzlichen Beitrag über ein laufendes Projekt „Metalllingua“ an, der als Tagesordnungspunkt 6.1 aufgenommen wird. Die Tagesordnung wird in der vorgeschlagenen Form angenommen.

TOP 3 Informationen zur aktuellen Situation der Gießereindustrie in den MEGI-Ländern

Die anwesenden Vertreter der MEGI-Mitgliedsländer berichten über die aktuelle Wirtschaftslage in ihren Ländern; die schriftlichen Berichte aus Österreich, der Tschechischen Republik, Deutschland, Polen, der Slowakei, Slowenien und Ungarn werden als Tischvorlage verteilt und liegen dieser Niederschrift als Anlage 2 a bis g bei.

Diskutiert wird, ob und inwieweit Wirtschaftsdaten Gegenstand von MEGI-Sitzungen sein sollten. Man kommt überein, dass man weiterhin in der MEGI Nachrichten über die Wirtschaftslage austauschen wird, da alle Entwicklungen auf dem Gebiet des Gießereiwesens nicht ohne ökonomische Aspekte sinnvoll betrachtet werden können.

Im übrigen verwenden CAEF-Mitgliedsländer üblicherweise die von CAEF zusammengestellten Daten – ohne zusätzlich weitere Daten zu erheben.

Ein weiterer Aspekt ist darin zu sehen, dass nicht alle Mitgliedsländer der MEGI auch CAEF-Mitgliedsländer sind. Der Wissens- und Erfahrungsaustausch mit allen Reformländern sei aber der Gedanke gewesen, der zur Gründung der MEGI geführt habe.

TOP 4 Berichte zu Einzelthemen

TOP 4.1 Entwicklung der Kern- und Formherstellungsverfahren

Auf Initiative der MEGI war im Jahr 2000 ein Projekt zur Feststellung der Verbreitung der verschiedenen Form- und Kernherstellungsverfahren durchgeführt worden; um Daten gebeten wurden alle Länder der MEGI und der WFO.

Das Ergebnis wird von H. Wolff vorgetragen. Es ist Teil eines Vortrags „Innovative moulding materials for castings“, der im Technical Forum im September 2001 in Warschau vorgetragen wurde. Der vollständige Vortrag wird allen Sitzungsteilnehmern auf CD übergeben. Eine CD liegt der Niederschrift an die MEGI-Mitglieder bei, die nicht in der Sitzung vertreten waren.

In der anschließenden Diskussion wird darauf hingewiesen, dass die Größe der am Projekt beteiligten Gießereindustrien in Zusammenhang mit den Ergebnissen zu sehen ist.

TOP 4.2 Umweltschutz in Gießereien

Dr. Sigut verteilt und erläutert von ihm ausgearbeitete Datenerfassungsbögen, mit denen die Emissionen von

Gießereien beschrieben werden können. Relevante Größen sind hierbei Massenstrom (in g/h) und Massenkonzentration (in mg/m³).

Die Beschreibung des derzeitigen technischen Standes ist u. a. von erheblicher Bedeutung im Rahmen der laufenden Diskussionen um einen EU-Beitritt.

Dazu verteilt Dr. Sigut einen Erfassungsbogen, mit dem wichtige ergänzende Fragen, beispielsweise zu den Regelungen in der Abfallwirtschaft, nachgefragt werden. Die von Dr. Sigut erstellten Arbeitshilfen liegen dieser Niederschrift bei (s. Anlage 3).

In der Diskussion bietet Dr. Ketscher Interessenten die VDG-Seminarmappen auf dem Gebiet des Umweltschutzes sowie gebührenfreie Teilnahme an Umweltschutzseminaren des VDG an. Da Interesse von allen Anwesenden geäußert wurde, übersendet der VDG diese Unterlagen mit getrennter Post an alle MEGI-Mitglieder – spezielle Interessenbekundungen sind nicht notwendig.

TOP 4.3 Ausbildung von Gießereifachleuten, -ingenieuren

Prof. Trbizan gibt einen Arbeitsbericht aus der MEGI-Kommission „Ausbildung von Gießereingenieuren“. Er stellt heraus, dass die Ausbildung eines Gießereingenieurs zukünftig alle für die Berufsausübung erforderlichen Themenfelder umfassen muss. Fachkenntnisse aus den Gebieten Automatisierung, Maschinenbau etc., aber auch Fähigkeiten in Teamarbeit sollten vermittelt werden. Prof. Trbizan leitet seine Folgerungen u. a. aus einer Studie ab, in der die Ablaufprozesse moderner und zukünftiger, d. h. zeitgleicher Produktentwicklung dargestellt sind. Seine Ausarbeitung liegt als Anlage 4 bei.

In der Diskussion wird die Bedeutung der Problematik „Gießereingenieurnachwuchs“ unterstrichen. Mit Aktionen unterschiedlicher Art sollte das Image eines Gießereingenieurs verbessert werden.

In diesem Zusammenhang ist die Entwicklung in Polen mit Interesse zu sehen: Die Zahl der Studenten und Abgänger an acht Ausbildungsstätten für Gießereingenieure ist groß genug, um die Nachfrage zu decken.

Herr Nechtelberger nennt als erfolgreiches Werbemittel eines Instituts den „Tag der offenen Tür“.

Dr. Bakó berichtet über Werbeprämien, die von Gießereien vergeben werden.

Die von Prof. Trbizan dargestellte notwendige fachliche Breite der Ausbildung wird von Dr. Ketscher unterstrichen mit der Formulierung „Wir brauchen nicht einen Gießereingenieur, sondern Ingenieure für die Gießerei“. Diese hätten sehr unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen, was auch verschiedene Ausbildungswege einschließe. Dr. Ketscher stellt das Konzept für ein Zusatzstudium Gießerei vor (s. Anlage 5).

Dieses Beispiel für eine Beteiligung der Hochschulinstitute an neuen Formen der Ausbildung – gemeinsam mit bzw. organisiert von der Gießereivereinigung – sollte breiter zur Anwendung kommen. Über die Ergebnisse der in Deutschland laufenden Aktivitäten wird zu einem späteren Zeitpunkt in der MEGI ausführlicher informiert werden.

Dr. Ketscher lädt die MEGI-Mitglieder ein, je zwei Gießereistudenten zu einem Managementseminar für Studenten in 2002 nach Deutschland zu entsenden. Der VDG ist bereit, die in Deutschland anfallenden Ausgaben zu übernehmen sowie einen Reisekostenzuschuss anzubieten. Der VDG wird den MEGI-Ländern weitere Einzelheiten schriftlich mitteilen.

TOP 4.4 Gießereitechnische Fachausbildung außerhalb vom Schulsystem

Dr. Bakó legt ein Konzept „Vocational Training of Foundryworkers“ (s. Anlage 6) vor. Er führt darin die Notwendigkeit aus, dass Werbung nicht nur für Gießereingenieure, sondern auch für qualifizierte Facharbeiter zu intensivieren ist – und dabei sollen verstärkt moderne Medien, wie CD-Datenträger, eingesetzt werden.

Zur Qualifizierung von Facharbeitern enthält die Ausarbeitung ein Konzept, das aus drei Ausbildungsstufen

besteht und mit einem Qualifizierungsnachweis die Ausbildung abschließt. Dr. Bakó weist auf ein EU-Projekt im Programm LEONARDO hin, in dem auch er und der VDg mitarbeiten.

TOP 5 Mitgliederangelegenheiten und Organisatorisches

Dr. Bakó legt eine Übersicht über die durchgeführten Sitzungen der Hexagonale bzw. MEGI vor (s. Anlage 7). Aus dieser Übersicht wird deutlich,

- dass sich der Kreis der Teilnehmerländer seit Gründung der Hexagonale deutlich vergrößert hat;
 - dass einige Teilnehmerländer, die Interesse an einer Mitarbeit gezeigt haben, nicht in allen Sitzungen der letzten Jahre vertreten waren.
- In der anschließenden Aussprache wird festgestellt:
- Es gibt Verständnis dafür, dass einige Länder nicht die Möglichkeit haben, regelmäßige Delegierte in Sitzungen zu entsenden;
 - Kroatien und Bosnien sind bzw. werden Mitglieder der MEGI.
 - Die MEGI ist grundsätzlich für eine Erweiterung ihres Mitgliederkreises offen – bei schriftlicher Interessebekundung wird im Einzelfall über die Aufnahme neuer Mitglieder entschieden.
 - Die Vergrößerung der MEGI führt zu einer Änderung der bisher üblichen Vorgehensweise: Der Ausrichter eines Treffens stellt den Sitzungsraum und die Veranstaltungstechnik und trägt die Ausgaben für ein gemeinsames Essen. Er reserviert jedoch zukünftig lediglich Hotelzimmer – die Miete für Hotelzimmer geht zu Lasten jedes einzelnen Teilnehmers selbst.

Über diese Regelungen wird in der Sitzung abgestimmt – die Regelungen werden einstimmig angenommen.

TOP 6 Sonstiges

TOP 6.1 Übersetzungshilfe „Metalllingua“

Dr. Bakó stellt die ersten Ergebnisse eines europäischen Projekts vor, dessen Ziel eine mehrsprachige (Ungarisch, Schwedisch, Englisch, Deutsch) Übersetzungshilfe für die Fachbereiche der Metallherstellung, -verarbeitung (auch Gießereiwesen) und metallische Werkstoffe ist: Unter dem Namen „Metalllingua“ ist es im Internet verfügbar unter www.metalllingua.com

Dr. Sigut merkt ergänzend an, dass auf europäischer Ebene auch eine EU-Wortliste erstellt worden ist.

TOP 6.2 MEGI-Schirmherrschaft und Umweltschutzkonferenz bei FOND-Ex in 2002 in Brno

In einem Brief von K. Torn, FOND-EX, und V. Stavenicek, Tschechischer Gießereiverband, an den MEGI-Vorsitzenden wird vorgeschlagen, dass

- MEGI die Schirmherrschaft für die Messe FOND-EX im Oktober 2002 in Brno übernimmt;
 - MEGI während der Messe eine Umweltschutzkonferenz ausrichtet;
 - die nächste Sitzung in Brno stattfindet (s. auch TOP 7).
- Die Initiative wird begrüßt; alle drei Vorschläge werden einstimmig angenommen.

TOP 6.3 Vorschläge für MEGI-Aktivitäten

Vorschläge zur Weiterentwicklung der MEGI-Aktivitäten werden vom ungarischen Partner OMBKE vorgelegt (s. Anlage 8).

TOP 6.4 GIFA und neue Messe NEWCAST in 2003 in Düsseldorf

Dr. Ketscher informiert, dass zusammen mit der nächsten Gießereifachmesse GIFA im Juni 2003 in Düsseldorf eine neue Messe für Gusserzeugnisse, die NEWCAST, durchgeführt wird. Interessierte Gießereien aller MEGI- und WFO-Länder werden eingeladen, ihre Leistungsfähigkeit (Gussprodukte, Dienstleistungen) auszustellen. Informationsschreiben und Anmeldeunterlagen werden rechtzeitig versandt werden.

TOP 7 Termin und Ort der nächsten Sitzung

Entsprechend der Entscheidung unter TOP 6.2 ist die

nächste Sitzung – am Rande der Tagung der Tschechischen Gießereifachschule – für Juni 2002 in Brno/Blansko geplant. Abweichend von Terminüberlagerungen in der Sitzung ist geplant: MEGI-Sitzung am 2./3. Juni 2003; 39. Foundry Days am 4./5. Juni 2003.

Mögliche Themen:

- Vorbereitung der Umweltschutztagung im Oktober 2002 in Brno;
- Nachwuchssicherung für Gießereien.

Zusätzlich zur Sitzung besichtigen die Sitzungsteilnehmer die moderne Druckgießerei PREC-CAST Gießerei GmbH in Sátoraljaújhely und die Universität in Miskolc mit ihrem Gießereilehrstuhl.

Aus dem interessanten Vortrag von Prof. Dr. A. Nagy, Pro-Rektor International Relations, der University of Miskolc, liegen Auszüge als Anlage 9 bei.

Personalia

Geburtstage im Jänner und Februar 2002

- | | |
|----------|---|
| 65 Jahre | am 15. Jänner 2002
Prof. i. R. Hans Pröll ,
1040 Wien, Rienösslgasse 20/3/13 |
| 65 Jahre | am 30. Jänner 2002
Bergrat h. c. Dir. i. R. Dipl.-Ing. Erich Nechtelberger ,
1190 Wien, Murwurzgasse 122 |
| 50 Jahre | am 14. Februar 2002
Ing. Josef Breier ,
8786 Rottenmann, Boder 3 |

Der Vorstand des VÖG gratuliert den Jubilaren auf das Herzlichste und wünscht ihnen noch viele Jahre bester Gesundheit.

Wir gratulieren

Bergrat h. c. Dipl.-Ing. Erich Nechtelberger – 65 Jahre

Am 30. Jänner 2002 feiert Dipl.-Ing. Erich Nechtelberger seinen 65. Geburtstag. Er stammt aus Bruck a. d. Mur, studierte Hüttenwesen an der Montanistischen Hochschule



in Leoben und trat 1962 als Assistent in die Versuchsgießerei des Österreichischen Gießereinstituts in Leoben ein. Dort übernahm er 1968 die Leitung der Abteilungen für physikalische und Festigkeitsprüfungen, Mechanische Werkstätten, Modelltischlerei und Wärmebehandlung. Im Jahre 1979 wurde Nechtelberger zum stellvertretenden Institutsleiter und 1983 zum Geschäftsführer des Vereins für praktische Gießereiforschung und zum

Direktor des Österreichischen Gießereinstituts ernannt. Sein Tätigkeitsgebiet beinhaltete Forschung, Entwicklung und Beratung auf dem gesamten Gebiet des Gießereiwesens und der Werkstoffe im In- und Ausland. Sein wissenschaftliches Werk umfasst mehr als 50 Veröffentlichungen,

darunter ein Buch über Gusseisenwerkstoffe in Deutsch, Englisch, Japanisch und Koreanisch.

1983 erhielt Nechtelberger den Hans-Malzacher-Preis der „Eisenhütte Österreich“ und 1986 die Prof.-Dr.-mont.-F.-Pisek-Medaille der Technischen Hochschule in Brünn. Seit 1989 führt er den Berufstitel Bergrat h. c. der Republik Österreich. 1990 ehrten ihn der Verein Österreichischer Gießereifachleute mit dem Goldenen Ehrenzeichen des VÖG und der Verein Deutscher Gießereifachleute mit der silbernen Ehrennadel des VDg. Das Große Ehrenzeichen des Landes Steiermark wurde ihm 1994 verliehen.

Seit Ende 1998 im Ruhestand, wurde ihm im April 2001 die Funktion des zweiten Vorsitzenden und Geschäftsführers des Vereins Österreichischer Gießereifachleute übertragen. Er übernimmt ab 1. Jänner 2002 auch die Aufgabe eines Chefredakteurs der „Gießerei-Rundschau“.

Seit 1963 ist Nechtelberger Mitglied im VDg und arbeitete viele Jahre im Arbeitskreis Gusseisen mit Vermiculargraphit mit.

Dr. Franz Sigut – Professor

Der Herr Bundespräsident hat mit Entschließung vom 25. Oktober 2001 Herrn KR Dkfm. Ing. Dr. Franz Sigut den Berufstitel Professor verliehen.

Der Verein Österreichischer Gießereifachleute gratuliert seinem Ehrenvorsitzenden zu dieser anerkennenden Ernennung.

Übergabe des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland an Dr. Franz Sigut

Am 7. Dezember 2001 überreichte der Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt, Dr. Reinhard Höppner, in der Staatskanzlei Magdeburg das Bundesverdienstkreuz am Bande an den österreichischen Gießereifachmann Dr. Franz Sigut.

Dr. Sigut erhielt diese hohe Auszeichnung für seine Verdienste um die Förderung des Gießereiwesens und für sein beispielloses Engagement für die Gießereifachleute der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Bereits vor der Wiedervereinigung hat Dr. Sigut als Vertreter Österreichs im „Internationalen Komitee Gießertechnischer Vereinigungen – CIATF“ seine Stimme für die Interessen aller deutschen und österreichischen Gießer eingebracht. Über die Teilnahme an den österreichischen Gießereitagen hat er den ehemaligen ost-deutschen Gießereikollegen ein Forum für das Auftreten in der westlichen Welt geschaffen und als Vermittler für vielfältige wissenschaftliche Kontakte zwischen Magdeburg und Österreich fungiert. Fast alle Vorträge der Magdeburger Wissenschaftler wurden unter Siguts redaktioneller Leitung in der österreichischen Fachzeitschrift „Gießerei-Rundschau“ veröffentlicht. Durch diese über Jahrzehnte entwickelte, keineswegs selbstverständliche Zusammenarbeit schuf er für die Fakultät für Maschinenbau der Magdeburger Otto-von-Guericke-Universität die besten Voraussetzungen, dass sie nach der Wende ihren Platz in der neu gestalteten Wissenschaftslandschaft einnehmen konnte.

Er hat damit entscheidend zur Integration der ehemaligen sozialistischen Länder in die heutige Weltfamilie der Gießereifachleute beigetragen.

Aufbauend auf diese langjährige Tradition hat Dr. Sigut in den letzten Jahren vor allem die Zusammenarbeit mit Vertretern der sachsen-anhaltinischen Gießereien und des Kompetenznetzes MAHREG intensiviert. Namhafte Gießereifachleute Sachsen-Anhalts konnten auf mehreren von Dr. Sigut organisierten Veranstaltungen in Österreich ihre wissenschaftlichen Ergebnisse einem breiten Fachpublikum aus aller Welt vermitteln.

Trotz seines hohen Alters von 82 Jahren hat Dr. Sigut sich als ehemaliger langjähriger Präsident des Vereins



Ministerpräsident Dr. Höppner mit Dr. Sigut nach der Ehrung

Österreichischer Gießereifachleute und bis zum heutigen Tag als Chefredakteur der österreichischen „Gießerei-Rundschau“ um das Gießereiwesen in bewundernswürdiger Weise verdient gemacht.

Mit der Verleihung des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland an Dr. Franz Sigut wurde eine Persönlichkeit geehrt, die auf ihrem bisherigen Lebensweg menschlich und fachlich Herausragendes geleistet hat. UP

Neue Patente

Liste über die vom Österreichischen Patentamt aufgegebenen Patentanmeldungen. Die Zahlen und Buchstaben am Beginn jeder Anzeige bedeuten Patentklasse, sodann folgen die Namen des Patentanmelders, Titel der Erfindung, Aktenzeichen der Patentanmeldung.

Aufgeboten seit 15. November 2001

B 22 D: INTECO Ges. m. b. H., 8600 Bruck/Mur: „Verfahren und Anordnung zum Herstellen von Gusskörpern aus Metall“.

A 182/2000

C 21 B: TRIBOVENT Verfahrensentwickl. GmbH, 6700 Lorüns: „Vorrichtung zum Zerstäuben von Schmelzen“.

A 1670/2000

C 21 B: „HOLDERBANK“ Financiere Glarus AG, CH-8750 Glarus: „Verfahren zum Ausarbeiten von Stäuben oder Staubgemischen“.

A 8003/2001

C 21 D: EXXONMOBIL UPSTREAM Research Company, TX-77252 Huston, USA: „Extrem hochfeste austenitgealterte Stähle mit ausgezeichnete Tieftemperaturzähigkeit“.

A 9153/1998

US 98/012,705

C 22 B: SUMMER, Heribert, DI, 8500 Kindberg: „Verfahren zum salzlosen und oxidationsfreien Umschmelzen von Aluminium“.

A 1533/2000

Die Auflegefrist beträgt 4 Monate. Innerhalb dieser Frist kann gegen die Erteilung jeder dieser angemeldeten Patente Einspruch erhoben werden.

Buchbesprechungen

expert verlag GmbH, Postfach 20 20, D-71268 Renningen, Tel. (0 71 59) 92 65-0, Fax (0 71 59) 92 65/20, e-mail: expert@expertverlag.de. Internet: <http://www.expertverlag.de>

Dipl.-Phys. Jörg Reling, Dr. Hans-Herbert Flögel, Dr. Matthias Werschy:

Technische Endoskopie. Grundlagen und Praxis endoskopischer Untersuchungen.

2001, 84 Seiten, 46 Bilder, DM 39,-, Euro 19,94, S 285,-, sfr 35,50, Kontakt & Studium, Band 597, ISBN 3-8169-1775-5.

Endoskope sind optische Instrumente, die eine visuelle Inspektion von schwer zugänglichen Hohlräumen und Bereichen erlauben. Sie lassen aussagekräftige und kostensparende Prüfungen auf den verschiedensten Gebieten zu. Der Themenband behandelt die Grundlagen und die praktische Anwendung der Endoskopie auch für spezielle Anwendungsfälle und unter erschwerten Umgebungsbedingungen.

Inhalt: Grundlagen – Endoskopie in der Praxis – Strömungs- und Verbrennungsuntersuchungen in Motoren mit Hilfe von Endoskopen – Endoskopische Untersuchungen der Vorgänge in chemischen Reaktoren bei Temperaturen über 1000° C.

Die Interessenten: Mitarbeiter in Entwicklung, Konstruktion, Versuch, Fertigung, Wartung, Instandhaltung, Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung aus Industrie, Bauämtern, Bausanierungsunternehmen und aus dem Verkehrswesen.

Ing. Ingolf Friederici:

Metallische Werkstoffe und Erzeugnisse. Europäische und deutsche Bezeichnungssysteme – Technische Lieferbedingungen – Qualitätsnachweise. Leitfaden für die

Praxis in Ausbildung, Studium und Beruf 2., neu bearbeitete Auflage 2001, 219 Seiten, DM 68,-, Euro 34,77, S 496,-, sfr 62,-, Kontakt & Studium, Band 567, ISBN 2-8169-1971-5.

Der Themenband

- vermittelt praxisorientiert die neuen Regeln zur Bezeichnung metallischer Werkstoffe sowie der technischen Lieferbedingungen für die Werkstoffe und die daraus hergestellten Erzeugnisse;
- enthält auch einen Überblick über die bisher in Deutschland übliche Bezeichnungsweise;
- weist auf die Umstellungsprobleme in den Bereichen der Fachausbildung, der unternehmensinternen Stammdaten und Kommunikation zu den Fachstellen im Unternehmen, zu Lieferanten, Kunden und Abnahmeorganisationen hin und bietet praxisorientierte Lösungen;
- fasst auf einen Blick alle relevanten Bezeichnungssysteme zusammen, die sonst mühsam aus den zugrundeliegenden Normen zusammengetragen werden müssen.

Inhalt: Normung metallischer Werkstoffe und Erzeugnisse – Bezeichnung – Auswirkungen auf die Praxis – Bezeichnungssysteme für Stahl und Stahlguss, Gusseisen, Nichteisenmetalle – Allgemeine und besondere technische Lieferbedingungen – Qualitätsnachweise gegenüber Vertragspartnern.

Die Interessenten: Berufsschul-, Fachschul- und Fachhochschullehrer und -dozenten sowie die Schüler dieser Bildungseinrichtungen; Mitarbeiter in metallherstellenden, -handelnden und -verarbeitenden Unternehmen in Handwerk, Handel und Industrie (Verkäufer, Entwicklungs- und Konstruktionsmitarbeiter, Normer, Stammdatenersteller, Einkäufer, Disponenten und Lageristen, Fertigungsplaner, Mitarbeiter des Qualitätswesens usw.).

Berichte von befreundeten Verbänden und Institutionen

Neue berufsbegleitende Ausbildung zum Gießereitechniker in Deutschland

Eine als Modellversuch am Franz-Jürgens-Berufskolleg in Düsseldorf eingerichtete Fachschule für Technik, Fachrichtung Gießereitechnik, gibt erfolgreich abgeschlossenen Industriemeistern sowie Handwerksmeistern und Personen mit allgemeiner Hochschulreife die Möglichkeit, in verkürzter Teilzeitform berufsbegleitend innerhalb von 2 Jahren zum "staatlich geprüften Gießereitechniker" ausgebildet zu werden. Die AbsolventInnen sollen befähigt werden, den schnellen technologischen Wandel zu bewältigen und die sich daraus ergebenden Entwicklungen der Wirtschaft mitzugestalten. Die Personalführungskompetenz und die Fähigkeit, kostenbewusst zu handeln, werden besonders gefördert. Diese ganzheitliche berufliche Qualifikation wird als Basis gesehen, um den Anforderungen der mittleren bis höheren Führungsebene zu entsprechen.

In insgesamt 16 Blöcken zu je 2 Wochen erfolgt die Vorbereitung auf die staatliche Abschlussprüfung sowie auf die zu leistende Projektarbeit. Der Bildungsgang umfasst insgesamt 1400 Unterrichtsstunden.

Terminplanung 2002 bis 2004

1. Schuljahr 2002 / 2003

1. Block	09.09. bis 20.09.2002
2. Block	28.10. bis 08.11.2002
3. Block	02.12. bis 13.12.2002
4. Block	13.01. bis 24.01.2003
5. Block	17.02. bis 28.02.2003
6. Block	31.03. bis 11.04.2003
7. Block	12.05. bis 23.05.2003
8. Block	30.06. bis 11.07.2003

2. Schuljahr 2003 / 2004

1. Block	22.09. bis 02.10.2003
2. Block	03.11. bis 14.11.2003
3. Block	08.12. bis 19.12.2003
4. Block	12.01. bis 23.01.2004
5. Block	09.02. bis 20.02.2004
6. Block	22.03. bis 02.04.2004
7. Block	03.05. bis 14.05.2004
8. Block	14.06. bis 25.06.2004

Unterricht Montag bis Donnerstag	07.45 Uhr bis 14.50 Uhr (1 x pro Woche bis 16.30 Uhr)
Freitag	07.45 Uhr bis 13.00 Uhr
Samstag	unterrichtsfrei

Weitere Details enthält die Internetseite www.vdg.de.

Aus der Forschungsarbeit des ÖGI

Kurzbericht über das Projekt „Thermophysikalische Daten von Legierungen bis in den Schmelzbereich“

Mit Hilfe eines am Österreichischen Gießerei-Institut in Leoben entwickelten und gebauten Millisekunden-Pulsheizsystems zur hochpräzisen Messung thermophysikalischer Eigenschaften wurden im Rahmen dieses Projektes entsprechende Daten von industriell verwendeten mehrkomponentigen Metall-Legierungen bis in den Schmelzbereich bestimmt. Die ermittelten thermophysikalischen Daten werden als Eingangsgrößen für die Computersimulation von technischen Prozessen in der Verarbeitung metallischer Werkstoffe benötigt. Die erreichten Ergebnisse führen zu einer Verbesserung der numerischen Modellierung von Produktionsverfahren.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Untersuchung von solchen Legierungen gerichtet, die von österreichischen Industriebetrieben in der Produktion eingesetzt werden sowie auch auf den Wissenstransfer der relevanten Ergebnisse in die jeweiligen Unternehmen.

Gemessen wurden der elektrische Widerstand von Legierungen in Abhängigkeit von der spezifischen Enthalpie sowie die spezifische Wärmekapazität und die thermische Expansion in Abhängigkeit von der Temperatur.

Das Prinzip der Meßanlage ist aus Bild 1 ersichtlich: Metallische Proben werden durch einen hohen elektrischen Strompuls innerhalb von einigen hundert Millisekunden bis in den Schmelzbereich aufgeheizt. Die zeitaufgelöste Messung des Stroms und der an der Probe abfallenden Spannung ergibt die eingekoppelte Energie und den elektrischen Widerstand. Mit Hilfe eines schnellen Pyrometers wird während des Experiments die Temperatur der Probe gemessen; damit wird die spezifische Enthalpie in Abhängigkeit von der Temperatur (Wärmekapazität) erhalten. Durch die kurze Dauer des Experiments ist der Wärmetransport durch Wärmeleitung vernachlässigbar, der (geringe) Wärmeverlust durch Strahlung wird durch Messung der Temperaturänderung in der Abkühlphase bestimmt und entsprechend berücksichtigt. Weiters wird der elektrische Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur aus dem Ohm'schen Gesetz berechnet: Dieser ist bei metallischen Werkstoffen eng mit der Wärmeleitfähigkeit über das Wiedemann-Franz'sche Gesetz verknüpft. Zusätzlich wird mit einem Doppel-Michelson-Interferometer hochgenau die thermische Ausdehnung in Abhängigkeit von der Temperatur gemessen.

Die am Österreichischen Gießerei-Institut erarbeiteten thermophysikalischen Daten wurden und werden interessierten Industriebetrieben unter der URL

http://www.ogi.at/Projekt_Pulskalorimeter_BMWA.htm zur Verfügung gestellt. Das Thema hat dadurch zusätzliche Aktualität, da bereits mehrere österreichische Firmen begonnen haben, numerische Prozeßsimulationen durchzuführen. Die erarbeiteten Daten kommen auch der vom Österreichischen Gießerei-Institut angebotenen Formfüllungs- und Erstarrungssimulation zugute.

Die Qualität dieser Dienstleistung konnte dadurch noch weiter verbessert werden.

Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit unter der Nr. 97210/13-IX/A/798 gefördert.

Kontaktperson am ÖGI: Dr. Erhard Kaschnitz, Tel. 0043 (0)3842 431010

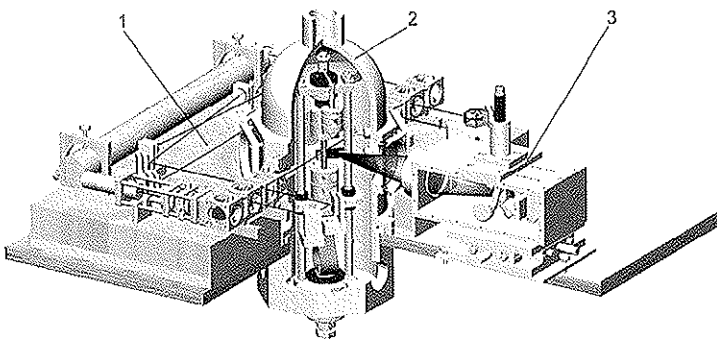


Bild 1: Messanordnung des Pulskalorimeters mit Laserinterferometer (1), Versuchsgefäß (2) und Hochgeschwindigkeitspyrometer (3)

ÖGI – Österreichisches Gießereinstitut, Leoben

6th International Workshop on Subsecond Thermophysics Leoben, 26.–28. September 2001

Vom 26. bis 28. September 2001 hat das Österreichische Gießereinstitut Leoben in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Graz und der Montanuniversität Leoben den „6. Internationalen Workshop über Subsekunden Thermophysik“ veranstaltet, zu dem 53 Wissenschaftler aus 13 Staaten (Österreich, Deutschland, Frankreich, Italien, Schweiz, USA, Slowakei, Russland, Weißrussland, Usbekistan, VR China, Jugoslawien und Israel) gekommen waren.

Subsekunden Thermophysik ist ein relativ junges Forschungsgebiet, welches die Möglichkeit bietet, Materialien bei hohen und höchsten Temperaturen mit großer Genauigkeit zu untersuchen. Dabei können etwa Materialeigenschaften bestimmt werden, die für die heute gängige Computersimulation von industriellen Prozessen von großer Bedeutung sind.

Der „6th International Workshop on Subsecond Thermophysics“ hat sowohl theoretische als auch experimentelle Aspekte des thermophysikalischen Verhaltens von Materie bei Aufheizzeiten im Bereich von Millisekunden bis zu Picosekunden behandelt. Es wurde über Fortschritte bei schnellen Stoßstromaufheizungen, Laserpulstechniken sowie Levitation (Schwebetechniken) berichtet. Von Interesse war das Verhalten von Materie unter Bedingungen, die einerseits nahe am thermodynamischen Gleichgewicht, andererseits auch weit entfernt davon liegen.

Der Eröffnungsvortrag von A. Ludwig, RWTH Aachen, hatte „Thermophysikalische Daten für hochwertige Gießsimulation“ zum Thema. Weitere, für das Gießereiwesen wesentliche Beiträge waren etwa „Eigenschaften von flüssigem Eisen“ von G. Wille u. a., CNRS, Orleans, oder die „Messung der Oberflächenspannung von Ti-Al-V mit oszillierenden Tropfen“ von S. Schneider u. a. DLR, Köln-Porz.

Thermophysikalische Messungen an Nb-Ti, einer Legierung für Supraleiter, wurden von D. Z. Pavicic und K. D. Maglic, VINCA, Belgrad, präsentiert. Eine Übersicht über die Messung von Daten an industriell eingesetzten Legierungen von Raumtemperatur bis nahe an den Schmelzpunkt gab D. Basak, NIST, Gaithersburg, USA.



Die Workshopteilnehmer vor dem Haupteingang der Montanuniversität in Leoben.

P. Reiter und E. Kaschnitz konnten über ein eigenes mehrjähriges Forschungsprojekt des Österreichischen Gießereiinstituts – „Wärmeausdehnungsmessungen bei hohen Temperaturen an reinen Metallen und Legierungen mit Hilfe der transienten Interferometrie“ – berichten. Das Projekt wird vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) unterstützt. Ergebnisse von Messungen dieser Art sind für die numerische Prozesssimulation, wie die Formfüllungs- und Erstarrungssimulation, notwendig.

Der Workshop war ein Forum für Kontakte und Diskussionen unter Wissenschaftlern, die auf diesem Gebiet arbeiten. Es ist ein Zeichen der internationalen Wertschätzung der Arbeiten der österreichischen Institute auf dem Gebiet der Thermophysik, dass Dr. Erhard Kaschnitz vom Österreichischen Gießereiinstitut in Leoben mit der Durchführung dieses Workshops betraut wurde.

Weitere Informationen sind im Internet unter <http://www.ogi.at/> Workshop abrufbar.

*Der Verein Österreichischer Gießereifachleute,
das Österreichische Gießerei-Institut und der
Fachverband der Gießereifachleute entbieten
allen Mitgliedern ein frohes Weihnachtsfest
und erfolgreiches Jahr 2002.
Diesen Wünschen schließen sich
der Verlag und die Redaktion
der „Giesserei-Rundschau“ an*



* GASSER *

HANDEL MIT GIESSEREI- UND
STAHLWERKSBEDARF
Graz – Korneuburg

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

*Wir danken unseren Kunden und
Geschäftspartnern für die gute Zusammenarbeit
und wünschen Ihnen ein frohes Weihnachtsfest
und ein erfolgreiches neues Jahr.*



HÜTTENES ALBERTUS
Chemische Werke GmbH

Wiesenstraße 23/64, 40549 Düsseldorf
Telefon (+49/211) 50 87-0, Fax (+49/211) 50 05 60
www.huettenes-albertus.com



PETROFER-AUSTRIA
Industrial Oils & Chemicals

Salzburger Straße 54c
A-4800 Attnang-Puchheim
Tel. 07674/62 2 40,
Fax 07674/65 1 39

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



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



HASCO

AUSTRIA Ges.m.b.H
Industriestraße 21
A-2353 Guntramsdorf
Tel. 02236/202-0
Fax 02236/202 200
info.at@hasco.com
www.hasco.com



INDUCTOTHERM
DEUTSCHLAND GMBH

Hauptstraße 7
52152 SIMMERATH
Tel.: 02473/80 02
Fax: 02473/80 05



*Ein frohes Weihnachtsfest
wünschen wir unseren Kunden
und Geschäftsfreunden*

DISA



*„Danke für
die gute
Zusammenarbeit
2001“*

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

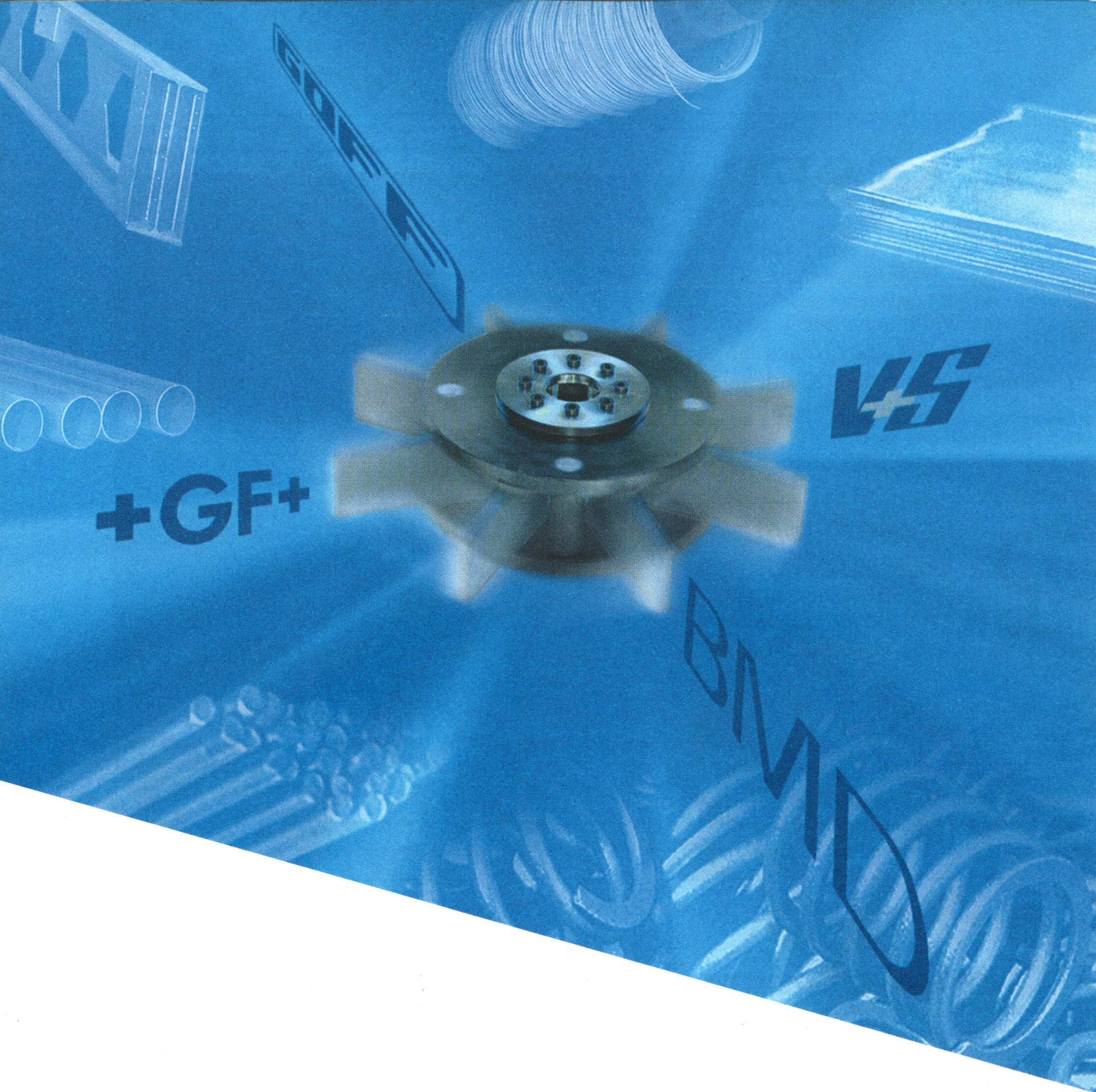
FURTENBACH



Ges. m. b. H.
A-2700 Wr. Neustadt
Neunkirchner Straße 88
Telefon (0 26 22) 64 2 00-0

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





Vier Technologieführer – ein Name: DISA

DISA zählt zu den weltweit führenden Anbietern von Strahlanlagen für die Behandlung von Oberflächen in der Gießerei und der metallverarbeitenden Industrie. Von uns dürfen Sie Vorschläge erwarten, die Ihnen eine überdurchschnittliche Leistung und Wirtschaftlichkeit bieten. Schon bei der Beratung und Planung nutzen Sie

das gebündelte Know How der Strahlanlagentechnik der früheren Georg Fischer, BMD, Vogel & Schemmann und Goff. Namen, die für ausgereifte Technologien und höchste Zuverlässigkeit stehen. Ob Einzelmaschine oder kundenspezifische Anlage – bei DISA profitieren Sie von der Erfahrung tausender erfolgreich ausgeführter Referenzprojekte.

DISA

www.disagroup.com

Entsanden | Entkernen | Auspackstrahlen | Entzundern | Kugelstrahlen | Gussnachbearbeitung | Kundendienst | Ersatzteile

DISA Industrie AG, 8207 Schaffhausen, Schweiz, Tel +41 52 631 17 17, Fax +41 52 631 48 88, info.sh@disagroup.ch
Weitere Standorte in Karlsruhe und Hagen, Deutschland; in Příbram, Tschechische Republik; in Seminole, OK, USA; in Bangalore, Indien und in Changzhou, China; sowie Niederlassungen und Vertretungen in über 50 Ländern.