

Gießtechnik im Fahrzeugbau (3. Folge)



FOTO: BMW AG

Magnesium-Aluminium-Verbundkurbelgehäuse des BMW-6-Zylinder-Ottomotors mit Valvetronic

VON OLGA POLIANSKA, MAGDEBURG

Seit einigen Jahren steigen die Anforderungen in der Automobilindustrie in den Bereichen Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort immer mehr. Leichtbau und Fahrsicherheit spielen eine wesentliche Rolle bei der Konzeption neuer Fahrzeuge. Im Zuge dieser Entwicklung kommen alternative Werkstoffe und Technologien zum Einsatz. Die Herstellung von Bauteilen aus Aluminium- bzw. Magnesiumlegierungen hat folgende Vorteile: Gewichtsreduzierung, ausreichendes Crashverhalten und ausgereifte Fertigungsprozesse für sicherheitsrelevante Komponenten.

Entwicklung

Die Nematik Europe GmbH, Wernigerode, präsentiert in [1] ein neues Gießverfahren und die entsprechende Gießvorrichtung, die in intensiver Forschungszusammenarbeit mit der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg entwickelt wurden. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gießen von Bauteilen aus Leichtmetall nach dem Kippgießprinzip und die Durchführung des Verfahrens [2]. Am Beispiel von Bauteilen für einen Dieselmotor wird das neue Verfahren, das Nematik-Dynamic-Casting-System (NdcS), aufgezeigt (Bild 1) [1, 3]. Durch diese Methode wird beim Gießen ein ruhiges und turbulenzarmes Form-

füllen erreicht, das zur Verbesserung der Gussteileigenschaften führt. Das NdcS-Verfahren wurde aufgrund seiner technologischen Vorteile in die Serienfertigung eingeführt.

In [4] wird ein neues Verfahren zur elektromagnetisch induzierten Seigerung präsentiert, das in Zusammenarbeit von Access Materials + Processes in Aachen, der BMW AG in München, der Kolbenschmidt Aluminium-Technologie AG (KS ATAG) in Neckarsulm und dem Institut für elektromagnetische Prozesstechnik der Leibniz-Universität in Hannover entwickelt wurde. Das EIS-Verfahren ermöglicht eine effektive Anreicherung primärer Siliciumkristalle an der Zylinder-

derlauffläche von Gusskurbelgehäusen aus übereutektischen AlSi-Legierungen. Anhand von Test-Laufbuchsen wird bei BMW und bei KS ATAG eine Qualifizierung des Werkstoffes und des Verfahrens vorgenommen.

C. Grüneberg und J. Aguilar [5] geben einen Überblick über die Entwicklung dieses Verfahrens zur Herstellung von Zylinderkurbelgehäusen aus AlSi-Legierungen unter Ausnutzung der elektromagnetisch induzierten Seigerung von primären Siliciumkristallen. Es wurden auch analytische Untersuchungen und Anwendungstests für Motoren durchgeführt.

C. Bagnoud und R. Bigger [6] beschreiben in ihrem Beitrag die Anwendung von Vakuumventilen an Druckgießmaschinen, behandeln wichtige Eigenschaften fortschrittlicher Ventile, erläutern Leistungen und Funktionen und beschreiben die Steuerung der Ventile. Die Anwendung moderner Vakuumtechnik beim Druckgießen trägt zur Qualitätsverbesserung der Gussteile bei und garantiert eine hohe Produktivität.

A. M. Weidler und J. Müller [7] zeigen die Weiterentwicklung bei den Druckgießverfahren, wie die „Vacural-Technik“. Mit zahlreichen Beispielen aus den Bereichen Fahrwerk, Motor und Strukturbauteile belegen die Autoren die Effizienz- und Qualitätssteigerung mit Hilfe des Vacural-Verfahrens.

Auf dem Newcastle Forum 2007 wurden die verschiedenen Gusswerkstoffe und deren Eigenschaften für innovative Konstruktionen und Anwendungen und verschiedene Gießverfahren (Near-Net-Shape-Verfahren, Warmkammerverfahren, Kernpaketverfahren, 3cast-Verfahren) präsentiert [8].

Neu entwickelte Verfahrenskombinationen der Firma Hydro Aluminium Deutschland GmbH, Hamburg, wie „Rotacast-Low-Pressure“ und „CorePackage 21“ erlauben die Einstellung optimaler Werkstoffeigenschaften und den Einsatz von Sandkernen zum Erhalt von Gestaltungsfreiräumen. H. Smetan [9, 10] stellt diese beiden neuen Gießverfahren vor. Bei diesen Verfahren werden die Vorteile des kontrollierten Formfüllens beim Niederdruckgießen mit der schnellen Erstarrung beim Schwerkraftgießen in Dauerformen und dem Gestaltungsfreiraum des Kernpaketverfahrens in idealer Weise kombiniert. Das veränderte Formfüllen ermöglicht den Einsatz von übereutektischen Legierungen. Im Rotocast-Gießverfahren wurden schon ca. 4 Mio. hoch belastete Zylinderköpfe gefertigt, insbesondere für Common-Rail-Diesel-Motoren.

Die Gussteilherstellung mit dem Lost-Foam-Verfahren wurde von M. Common [11] vorgestellt. Durch die Verwendung

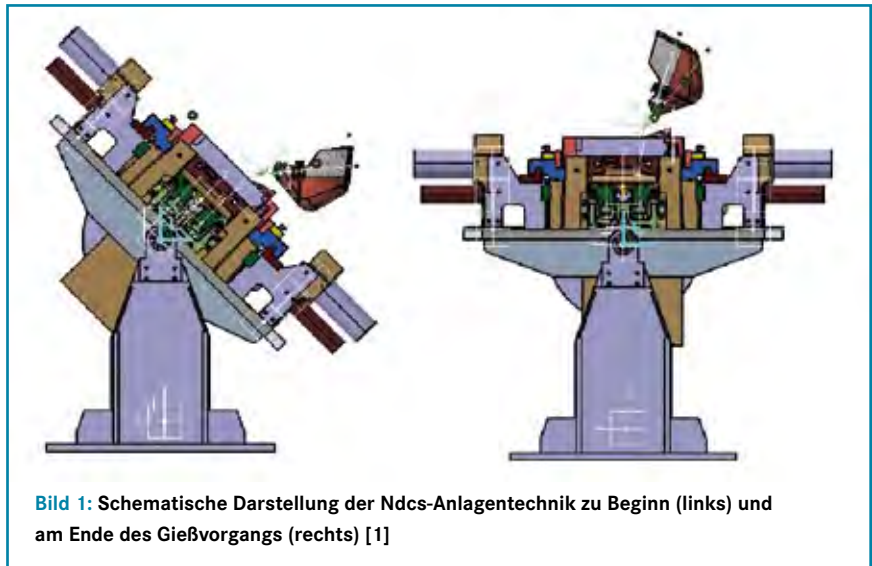


Bild 1: Schematische Darstellung der Ndc-Anlagentechnik zu Beginn (links) und am Ende des Gießvorgangs (rechts) [1]

dieses Verfahrens in der Automobilindustrie ergibt sich eine gute Möglichkeit, das Gewicht der Gussteile zu reduzieren. Der größte Vorteil dieser Technologie ist das Gießen von Near-Net-Shape-Bauteilen. Das Lost-Foam-Verfahren findet Verwendung beim Gießen von Zylinderköpfen, Reihemotorblöcken, Kühlkörpern usw.

Y. Fasoyinu und M. Sahoo [12] geben ebenfalls einen Überblick über das Lost-Foam-Verfahren für Gussbauteile – allerdings aus Magnesiumlegierungen – für die Automobilbauindustrie. Auch in der BMW Leichtmetall-Gießerei in Landshut werden Zylinderköpfe nach dem Lost-Foam-Verfahren gegossen [13]. Gleichzeitig werden bei BMW fünf Gießverfahren in der Serienfertigung eingesetzt, von denen jedes Verfahren seine Vor- und Nachteile hat.

Im WFO Technical Forum 2007 wurde von T. Katou, N. Asano u. a. [14] ein kontrolliertes Gießen von teilerstartem (semi-solid) Gusseisen mit Kugelgraphit im Lost-Foam-Prozess präsentiert. Diese neue Technologie wurde als Tcssm (Transition Controlled Semi-Solid Molding) bezeichnet. Bei diesem Verfahren wird die Flüssigkontraktion durch Gießen bei niedrigen Temperaturen verringert. Damit wird die verbleibende Flüssig- und Erstarrungsschwindung durch die Graphitausdehnung kompensiert. Dabei entstehen fehlerlose Gussstücke ohne Speiser, und es verbessert sich gleichzeitig das Mikrogefüge.

Ein neues Gießverfahren zur Herstellung von Dieselmotorenkolben wird von den Autoren in [15] vorgestellt. Dieses zur Serienreife entwickelte neue Gießverfahren nennt die Mahle GmbH in Stuttgart ADC (Advanced Diesel Casting). Der Testlauf mit nach dem neuen ADC-Gießverfahren hergestellten Bauteilen wurde mit einem Nkw-Motor erfolgreich durchgeführt. Durch den Einsatz neuer Techniken konnte die Erstarrungsgeschwindigkeit ins-

besondere in den kritisch beanspruchten Bereichen der Verbrennungsmulde wesentlich gesteigert werden.

Für die Fertigung der Zylinderköpfe von Ottomotoren und Dieselmotoren werden verschiedene Gießverfahren und AlSiCu- und AlSiMg-Legierungen verwendet. In [16] beschreiben die Autoren mikrostrukturelle Untersuchungen an Werkstoffproben und an Zylinderköpfen mit unterschiedlicher Motorenbelastung. Der Mechanismus für die Schädigungsentwicklung wurde durch TMF-Versuche (Thermal Mechanical Fatigue) mit unterschiedlichen mechanischen Dehnungsamplituden und einer unabhängigen Variation der Maximaltemperatur identifiziert.

Eines der wichtigsten Ziele im Motorenbau ist die Reduzierung des CO₂-Ausstoßes. Die Entwicklung verbesserter Motoren, die Einführung der Start-Stopp-Automatik, die Rückgewinnung der Bremsenergie und die elektrische Lenkung führen zur CO₂-Reduzierung. P. Kerz [17] stellt den neuen Gusswerkstoff SiboDur vor. Sein Beitrag gibt auch einen Überblick über Werkstoffe und Verfahren, welche für den Bereich Automotive von Bedeutung sind. Die Werkstofffamilie SiMo 1000 ist für thermisch hoch beanspruchbare Bauteile des Antriebs und zur Substitution von hoch legiertem Gusseisen oder geschweißten Abgaskrümmern geeignet.

T. Zeuner [18] berichtet über gasdruckunterstützte Gießtechnologien. Das CPC-Verfahren ist gegenüber den konventionellen Gießverfahren viel günstiger, die Gussstücke haben eine deutlich optimierte Gefügebildung und bessere mechanische Eigenschaften. Durch die gasdruckunterstützten Niederdruckgießverfahren wurde die Herstellungstechnologie von Aluminiumbauteilen optimiert und verbessert.

In [19] wird über eine neue Methodik beim Übergang von einem Einfach- zu einem

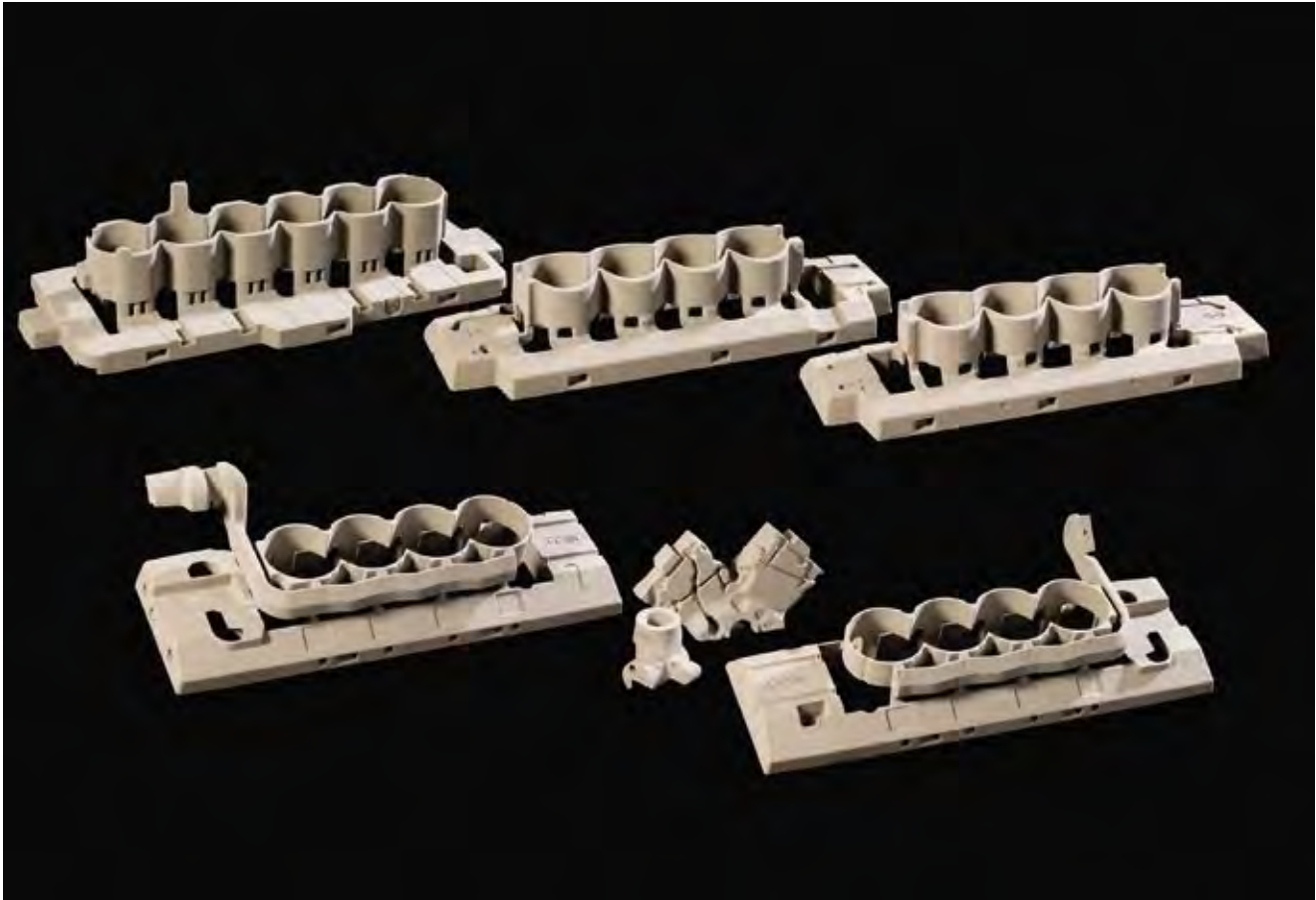


Bild 2: Sandkerne, die mit anorganischen Bindern zur Fertigung von Kurbelgehäusen hergestellt werden [20]

Zweifachwerkzeug berichtet. Die Gießtechnik liegt vor, die daraus gewonnenen „Erfahrungen“ werden mittels rechnerischer Simulation erfasst und als Optimierungsziele für die autonome Optimierung des Mehrfachwerkzeuges genutzt. Am Beispiel eines Stirndeckels wurde gezeigt, wie die Füllcharakteristik eines Druckgussteils mit dieser innovativen Methodik von einem Einfachwerkzeug auf ein Zweifachwerkzeug mit Erfolg übertragen werden kann.

Der Beitrag [20] behandelt die Kernfertigung mit anorganischen Bindemitteln. Derzeit ist das eine der größten Herausforderungen für die Gießerei-Industrie in Europa. Die BMW Leichtmetallgießerei in Landshut hat das Produkt Inotec für die Kernfertigung mit anorganischen Bindemitteln eingeführt (Bild 2 und 3). Diese Technologie wird für die Produktion des Sechszylinder-Dieselmotors von BMW verwendet. Die Umstellung in der Kernfertigung auf anorganische Bindemittel hat wirtschaftliche, ökologische und arbeits-technische Vorteile.

S. Gibbs [21] präsentiert in seinem Beitrag den konsequenten Weg der Globalisierung und Erweiterung der Nemak-Gruppe im Jahr 2007. Nemak ist der weltweit größte Produzent von Gussteilen für den Automobilbau. Die Gießerei Nemak Mexico (Monterrey, Mexico) ist die Zentrale der Nemak-Gruppe.

In [22] zeigen die Autoren die installierte Methodik der Audi AG, Ingolstadt, für die Gussteilentwicklung für Verbrennungsmotoren. Die Audi AG hat eigenes Gießerei-Know-how und Serienerfahrung aus dem Motorenbau, die bei der Gussteilentwicklung genutzt werden. Mit der Installation eines kompetenten Gussteams wurden bei Audi Hungaria Motor Kft, Győr, Ungarn, die Nachhaltigkeit der Produktion und die Kundenzufriedenheit gesteigert.

Aluminium

In den letzten Jahren haben die Beanspruchungen von Zylinderköpfen und Zylinderkurbelgehäusen stark zugenommen. Auf der Tagung Gießtechnik im Motorenbau, die Anfang 2007 in Magdeburg stattfand, haben die Autoren in [23] die verschiedenen Werkstofflösungen für hoch beanspruchte Zylinderkurbelgehäuse vorgestellt, die den steigenden Anforderungen gerecht werden. Anhand von Beispielen aus der Dieselmotorenentwicklung von Volkswagen wurden die Vor- und Nachteile von Fe- und Al-Basiswerkstoffen gezeigt. Der größte Vorteil von Al-Zylinderkurbelgehäusen besteht neben der sehr guten Zerspanbarkeit und der hervorragenden Wärmeleitfähigkeit in den geringeren Leistungsmassen. Es wurde auch gezeigt, dass Zylinderkurbelgehäuse aus

Gusseisen mit Lamellengraphit ähnliche Leistungsmassen erreichen können.

Die Druckgusslegierung $AlSi9MgMn$ wurde in den letzten Jahren als vielseitige Legierung für Karosseriebauteile verwendet. Die Autoren haben in [24] den Einfluss verschiedener Parameter auf die mechanischen Eigenschaften von Druckgussteilen aus $AlSi9MgMn$ untersucht. Untersucht wurden dünnwandige (2,5 mm) U-Profile und Platten von 3 mm Dicke. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Legierung $AlSi9MgMn$ in Richtung crashrelevanter Eigenschaften optimiert werden konnte.

In [25] wurde ein neues Alusil-Konzept der Audi AG anhand der neuen V6- und V8-Motoren generation dargestellt. Wegen der geringeren Wanddicken von nur 5,5 mm zwischen den Zylinderbohrungen wurde von Audi die übereutektische Aluminium-Silicium-Legierung $AlSi17Cu4Mg$ eingesetzt. Die Verwendung der Kombination Alusil-ND-Kokillengießen und mechanisches Freilegen bietet die optimalen Voraussetzungen für die Motorfunktionen, die Produktion, die Prozesssicherheit und die Qualität.

Für die Verfahren Sand- und Kokillengießen [26] wurden fünf Hochleistungs-aluminiumlegierungen erfolgreich entwickelt: Dispal S268 für das Sand- und Kokillengießen als kupferfreie Variante für Kurbelgehäuse auf der Basis von $AlSiMg$, Dispal S264,

S269 und S270 für Kurbelgehäuse im Sand- und Kokillengießen auf der Basis von AlSi-Cu und Dispal S263, welches ohne Wärmebehandlung für Anwendungen im Druckgussbereich bei thermisch hoch belasteten Motoren vorgesehen ist. Abgüsse realer Motorblöcke in beiden genannten Gießverfahren konnten die Versuchs- und Modellergebnisse verifizieren. Die Laufbuchsen weisen höhere Festigkeiten auf und sind somit geeignet, in zukünftigen Motorengenerationen eingesetzt zu werden.

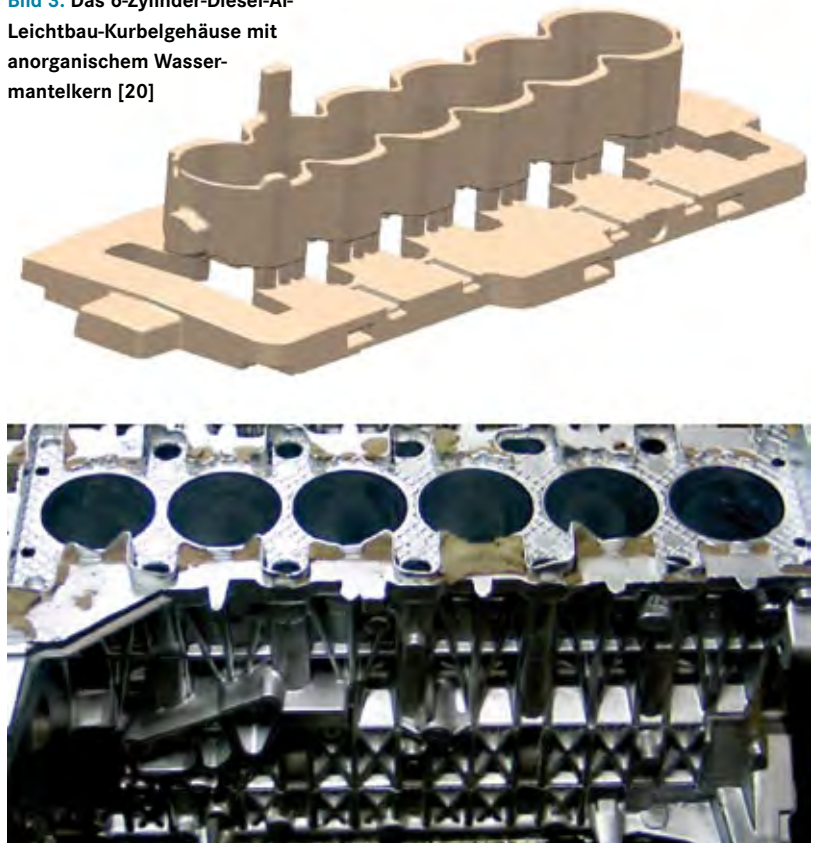
Für die Weiterentwicklung von Gussteilen aus Aluminium und Magnesium für moderne Verbrennungsmotoren wurden die Werkstoffkennwerte zur Auslegung von Motorenkomponenten benötigt. Im Beitrag von F. Hausmeier und A. Pithan [27] wurde ein Überblick über Versuche bei der Honsel AG, Meschede, an dynamisch belasteten Bauteilen aus Aluminiumguss unter Temperatureinfluss gegeben. Angaben zu Dauerfestigkeitsanforderungen müssen Beanspruchungsart, Lastspielzahl, Spannungsverhältnis, Formzahl, Temperatur und Lebensdauer umfassen. Im Beitrag wird die Abhängigkeit des Mittelspannungsverhältnisses von der Temperatur beschrieben. Es konnte eine Beziehung von unterschiedlichem Dendritenarmabstand und verschiedenen Porositätsgraden zur Schwingfestigkeit hergestellt werden.

In [28] präsentieren die Autoren die Untersuchungen zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften der übereutektischen Legierung AlSi12CuNiMn. Diese Legierung hat ein großes Anwendungsgebiet im Automobilbau, z. B. für Kolben von Verbrennungsmotoren, Motorengehäuse, Pumpen- und Ventilgehäuse u. a. Es wurden folgende Ergebnisse dargestellt: durch eine Strontium-Veredelung zeigt die Legierung hinsichtlich des Gießverhaltens und der Erstarrungsmorphologie ein ähnlich gutes Verhalten wie naheutektische AlSi-Legierungen; trotz des Fehlens der primären Silicium-Kristalle erreicht die Legierung bei optimierter Zusammensetzung hohe Festigkeitswerte und Oberflächenhärten.

Magnesium

In den letzten Jahren stiegen die Anforderungen an Magnesiumlegierungen für den Einsatz im Leichtbau erheblich. An Beispielen zeigen H. Dieringa und K. U. Kainer [29] die Verwendung der Magnesiumlegierungen in der Automobilindustrie. Der Einsatz nicht nur von Magnesiumlegierungen, sondern auch von Aluminiumlegierungen oder Kunststoffen, sowie von verstärkten Metallen im Automobilbau wird zukünftig einen tragenden Bereich der Innovationskraft der Automobilhersteller darstellen.

Bild 3: Das 6-Zylinder-Diesel-Al-Leichtbau-Kurbelgehäuse mit anorganischem Wassermantelkern [20]



Seit vielen Jahren wird das Ermüdungsverhalten von Magnesiumlegierungen untersucht. M. Kraus und B. Scholter [30] stellen die Untersuchungen an Gusslegierungen vor. Sie haben den Mikrostruktureinfluss auf die Ermüdungsfestigkeit geprüft. Ziel der Forschung war die Identifizierung und die Beschreibung des Prozesses unter thermischer Ermüdung.

In [31] ist eine gemeinsame Arbeit des Instituts für Metallurgie der Technischen Universität Clausthal und der GKSS Geesthacht GmbH, Geesthacht, dargestellt. Die Arbeit betrifft die Entwicklung der neuen korrosionsbeständigen Magnesium-Sekundärlegierung AZC1231. Diese Legierung ist eine gute Alternative zu AZ91, da sie sehr ähnliche Festigkeits- und Korrosionseigenschaften aufweist.

A. Schliffl, K. Renger, R. Simon u. a. [32] stellen in einem Artikel das Kornfeinungsmittel Nucleant 5000 der Foseco GmbH, Borken, und seine Wirkung auf die Legierung AZ91 vor. Nucleant 5000 ist ein Pulver, das als Kornfeiner durch die Freisetzung des Kohlenstoffs in der Schmelze wirkt. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass der Kornfeinungseffekt von der Menge an Nucleant 5000 abhängt, geringe Mengen eine gute Wirkung haben, sich mechanische Eigenschaften mit der Abnahme der Korngröße verbessern und sich aber wieder mit Zunahme der Korngröße verschlechtern.

In [33] wird dargestellt, wie das Gehäuse eines Doppler-Radarsystems aus der Aluminiumlegierung 6061-T6 durch ein Sandformgussteil aus der Magnesiumlegierung AZ91E ersetzt wurde. Es wurde eine Sandgießtechnik für die Magnesiumlegierung entwickelt. Aus dem Gussteil im Zustand T4 wurden aus verschiedenen Bereichen Zugstäbe entnommen. Die Menge und Verteilung der Mikrolunker, der Dendritenarmabstand DAS und die Korngröße wurden an diesen Proben bestimmt. Der Umstieg auf einen Magnesiumwerkstoff erbrachte eine Gewichtsreduzierung von 18 % und eine Senkung der Kosten um 30 %.

Eisenwerkstoffe

In der Automobilindustrie werden derzeit über 100 unterschiedliche Stahlsorten eingesetzt. Diese Werkstoffe werden nicht nur mit dem Ziel der Gewichtsreduzierung, sondern auch zur Erhöhung der Sicherheit verwendet. E. Lange [34] gibt einen Überblick über den Stand der Werkstoffforschung für die Automobilindustrie und stellt die verschiedenen Werkstoffkonzepte vor.

Für verschiedene Bereiche werden unterschiedliche Gusseisensorten mit speziellen Eigenschaften verwendet. K. Röhrig und M. Lampic [35] präsentieren speziell legierte Gusseisen wie austenitisches

Gusseisen mit Kugelgraphit, carbidisches Gusseisen mit Kugelgraphit, Gusseisen mit Vermiculargraphit, SiMo-Gusseisen, ihre Bezeichnungen, Normen, das Verschleißverhalten und die chemische Zusammensetzung.

D. Radebach berichtet [36] über eine innovative Technologie zur Herstellung von Zylinderblöcken für die Halberg Guss GmbH, Saarbrücken. Ziel war die Herstellung der Motorblöcke aus Gusseisen mit Vermiculargraphit (GJV). Als Entwicklungsweg wurde die Randschichtmetallurgie eingeschlagen, die zu einem Verfahren zur Herstellung eines lokalen Graphitmorphologiegradienten von Lamellengraphit zu Vermiculargraphit im Zylinder führen sollte. Radebach hat in seinem Beitrag die Ergebnisse zur Verfahrensentwicklung, zu den Wirkmechanismen, der Prozessbeherrschung und prototypische Anwendungen präsentiert.

M. Lampic [37] berichtet über die Entwicklung des Werkstoffs Gusseisen mit Vermiculargraphit. GJV hat eine hohe Festigkeit und kann bei Neukonstruktionen zur Gewichtsreduzierung der Bauteile genutzt werden. GJV wird meistens bei der Herstellung hoch beanspruchter

Motorblöcke eingesetzt. Unter Varifer versteht man die Weiterentwicklung von Gusseisen mit Vermiculargraphit, das beim Gießen von Zylinderköpfen Verwendung findet.

Gusseisen mit Kugelgraphit ist ein moderner Konstruktionswerkstoff. Er wird wegen seiner guten mechanischen Eigenschaften im Maschinenbau, in der Automobil- und der Luftfahrtindustrie verwendet. In einer gemeinsamen Arbeit der Ortrander Eisenhütte GmbH, Ortrand, und der TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, wurde ein mathematisches Modell für die Erstarrung von Gusseisen mit Kugelgraphit entwickelt [38]. Das Programm berechnet das Speisersystem für Gussteile in verlorener Form, dann werden die Speiser auf dem Gussstück endgültig platziert. Durch die Berechnung des Speisersystems können der Energie-, Material- und Arbeitszeitaufwand verringert werden.

Von K.-H. Schütt [39] wurden Verfahren zum Gießen von Gusseisen mit Kugelgraphit dargestellt. In seinem Beitrag informiert er über die Verfahren (Nasssandformverfahren, Vollformgießverfahren, Feingießverfahren, Kokillengießverfahren, Schleudergießverfahren und Strang-

gießverfahren) und über die Herstellung der entsprechenden Formen.

In den letzten Jahren werden luftvergütete hoch- und höchstfeste Stähle wegen ihrer Eigenschaften zunehmend in der Automobilindustrie verwendet. Als Beispiel zeigen die Autoren [40] den Achsträger aus lufthärtendem Stahl BAS100 in der neuen Mercedes-Benz-C-Klasse. Die Festigkeiten und Dehnungen des weichgeglühten BAS100 liegen auf dem Niveau des S420MC. Der Stahl BAS100 ermöglicht durch eine abgestimmte und prozesssichere Wärmebehandlung die Einstellung von mechanischen Eigenschaften in einem sehr weiten Bereich.

Die Autoren in [41] berichten über die Entwicklung einer kostengünstigen hochchrom- und vanadiumhaltigen Eisenbasis-Auftragschweißlegierung mit hoher Härte und hoher Verschleißbeständigkeit. Die verschleißtechnischen Legierungen sind in vielen industriellen Anwendungen zu finden. Sie werden verwendet, um Bauteile vor Verschleiß zu schützen. Die Verarbeitung der Legierung erfolgt durch Plasma-Pulver-Auftragschweißen von gasverdüstertem Pulver. Im Artikel wurden Untersuchungen der Legierung am optischen Mikroskop und am Rasterelektronenmikroskop sowie EDX-Analysen und Mikrohärtemessungen präsentiert.

Simulation

E. W. Achim und H. Götz [42] berichten über eine neue Methodik, die im Bereich Entwicklung der Magma Gießereitechnologie GmbH, Aachen, eingesetzt wird. Mit Hilfe der Simulation des Gießprozesses kann man die Eigenschaften von Eisenguss-, Aluminiumguss- und Kunststoffbauteilen bestimmen. Die Autoren beschreiben in ihrem Beitrag einige Projekte: gezielte Nutzung des Werkstoffpotentials bei Eisengussbauteilen; Erhöhung der Betriebsfestigkeit durch Modifikation der Wärmebehandlung; verbesserte Betriebsfestigkeitsberechnung durch Berücksichtigung der Gasporosität; Minimierung des Verzuges dünnwandiger Druckgussteile; optimierte Vorhersage des Schwindungsverhaltens von Kunststoffbauteilen. Es werden Qualitätsverbesserungen in der CAE-Prozesskette und Einsparungen für gegossene Eisen- und Aluminiumbauteile nachgewiesen.

In [43] wird über das Simulationsprogramm für Gießprozesse der Ashland-Südchemie-Kernfest GmbH, Hilden, berichtet. Die Optimierungen der Gießprozesse wird mit dem Simulationsprogramm Arena-Flow durchgeführt. Das Service-Center nutzt auch Lizenzen der Softwareprogramme Magmasoft, ProCast und Quick-Cast. Mit den Programmen kann man die



Bild 4: Präzision beim Kernzusammenbau [48]

Porosität und die Mikrostruktur hergestellter Gussteile voraussagen. ProCast kann auch eine Vielzahl von Gießverfahren simulieren. Zur Simulation der Herstellung von Zylinderköpfen nach dem Druckgießverfahren wird eine Methode vorgestellt, die hydrodynamische Teilchen nutzt, um das Formfüllen beim Druckgießen zu visualisieren.

Durch R. Bähr, K. Weiss, C. Honsel u. a. [44, 45] wurde ein Modell zur Bestimmung mechanischer Eigenschaften von Bauteilen unter besonderer Berücksichtigung der Wärmebehandlungsparameter vorgestellt, für die kommerzielle Legierung AZ91E verifiziert und auf die neu entwickelte hoch feste Legierung MRI207 erweitert. Das im Beitrag beschriebene Modell wurde bei der Simulation eines Gehäuses für den Business-Jet G150 und für Bauteile der Automobilindustrie genutzt. Die Anwendung auf die im Motorenbau üblichen Zylinderkopflegerungen zeigte eine erfolgreiche Übertragung der ermittelten Grundlagen.

J. Bast, A. Mlaschkin u. a. [46] stellen neue Methoden der Formstoffcharakterisierung bezüglich der mathematischen Modellierung des Verdichtungsprozesses vor. Mit der Entwicklung neuer Methoden werden die Voraussetzungen geschaffen, die Dichte und Dichteverteilung in einer Form aus tongebundenen Formstoffen zu berechnen und zu simulieren, sodass im Vorfeld der Produktionsaufnahme neuer Gussortimente die optimalen Fertigungsparameter ausgewählt werden können.

Von K. S. Al-Rubaie [47] wurde ein allgemeines Ermüdungsmodell auf der Basis des von Walker veröffentlichten Äquivalent-Spannungsmodells vorgestellt und die Ermüdungsdaten der Aluminiumlegierung 2024-T3 geprüft. Von K. S. Al-Rubaie wurde im Vergleich zum Walker-Modell der kombinierte Effekt von Mittelspannung und Formzahl auf das Ermüdungsverhalten dargestellt. Dieses Modell ist dazu geeignet, die Ermüdungslebensdauer erfolgreich zu interpolieren und dabei Zeit und Kosten zu reduzieren.

In [48] wurde die neue EA888-Motoren-generation von Audi präsentiert. Die Ziele der Zusammenarbeit zwischen der Audi AG, Ingolstadt, und der Eisenwerk Brühl GmbH, Brühl, waren die Erhöhung des Fahrkomforts, die Reduzierung der Herstellkosten, die Verbesserung der Wartungsfreundlichkeit, die Steigerung der Robustheit, die Reduzierung des Gewichtes, die Verwirklichung kompakter Abmessungen, die weltweite Produzierbarkeit im Konzernverbund sowie die Verringerung des Verbrauchs und die Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Motors. Im Beitrag beschreiben die Autoren die umgesetzten Entwicklungen und Maß-

nahmen. Für die Untersuchungen wurden moderne CAE-Methoden und FEM-Berechnungsmethoden genutzt. Am Beispiel des Block-Kopf-Verbandes wurde die Thermo-Mechanik-Analyse beschrieben. Die Grundvoraussetzung für eine effektive, zielführende Bauteilkonstruktion war durch das Potential des Werkstoffes (Gusseisen mit Lamellengraphit - GJL) gegeben. Die Vorteile liegen in den guten mechanischen Werkstoffeigenschaften der gewählten Gusseisenqualität GJL-250, dem positiven NVH-Einfluss (Noise, Vibration and Harshness - Geräusch, Schwingung, Rauigkeit) und den thermischen Werkstoffeigenschaften. Es wurde eine wirtschaftliche Lösung für die Geometrievorgaben durch den Kernaufbau als Zwilling gefunden (**Bild 4**).

E. Flender, A. Egner-Walter und G. Busch [49] berichten, wie durch den frühzeitigen Einsatz der Fertigungssimulation die Gussteilentwicklung optimiert und damit Leichtbaukonstruktionen realisiert werden können. Moderne Programme zur Simulation sind heute in der Lage, die Qualität eines Gussteils und den Einfluss von Fertigungsparametern auf die Gussteilqualität zuverlässig vorherzusagen.

Literatur:

- [1] *Giesserei* 94 (2007) Nr. 1, S. 22-24.
- [2] Patent DE 102004015649.
- [3] Saewert, H.-C.; Mnich, F.; Krebs, E., u. a.: *Wechselbeziehungen zwischen den Anforderungen an Aluminiumgussteile und der Entwicklung von Gießverfahren - das Nema Dynamic Casting System (NdcS)*. VDI-Berichte Nr. 1949, 2007. S. 85-95.
- [4] *Giesserei* 94 (2007) Nr. 3, S. 20-27.
- [5] *Giesserei-Praxis* (2007) Nr. 7-8, S. 301-304.
- [6] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 3, S. 43-48.
- [7] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 3, S. 36-40.
- [8] *Giesserei-Rundschau* 54 (2007) Nr. 9/10, S. 188-192.
- [9] *Giesserei-Praxis* (2007) Nr. 5, S. 165-176.
- [10] Smetan, H.: *Zukunftsweisender Motorenleichtbau im Spannungsfeld der Gießverfahren und Werkstoffe*. VDI-Berichte 1949, 2007. S. 97-129.
- [11] *Giesserei-Erfahrungsaustausch* 52 (2008) Nr. 4, S. 3-11.
- [12] *International Foundry Research/Giessereiforschung* 59 (2007) Nr. 4, S. 2-15.
- [13] *Giesserei* 94 (2007) Nr. 9, S. 78-83.
- [14] *Giesserei-Rundschau* 54 (2007) Nr. 11/12, S. 241-242.
- [15] *Automobiltechnische Zeitschrift* (2007) Nr. 10, S. 954-959.
- [16] *MTZ* (2008) Nr. 3, S. 206-211.
- [17] *Giesserei* 94 (2007) Nr. 12, S. 53-57.
- [18] *Giesserei-Praxis* (2007) Nr. 5, S. 162-164.

- [19] *Giesserei* 94 (2007) Nr. 4, S. 34-40.
- [20] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 6, S. 32-35.
- [21] *Modern Casting* (2007) Nr. 5, S. 33-37.
- [22] Viets, R.; Pflug, A.; Kis, L., u. a.: *Berechenbarer Guss im Motorenbau AHM. Serienreife Gussentwicklung bei Audi Hungaria Motor Kft*. VDI-Bericht 1949, 2007. S. 59-70.
- [23] Hadler, J.; Blumensaat, K.; Engler, H. J.: *Werkstofflösungen für Zylinderkurbelgehäuse von Volkswagen*. VDI-Berichte 1949, 2007. S. 37-58.
- [24] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 7, S. 18-23.
- [25] *Alusil-Zylinderkurbelgehäuse, der neuen Audi V6- und V8-Ottomotoren*. KS Aluminium-Technologie 2007.
- [26] *Giesserei-Praxis* (2007) Nr. 6, S. 237-240.
- [27] *MTZ* (2007) Nr. 10, S. 854-858.
- [28] *Giesserei-Praxis* (2008) Nr. 1-2, S. 13-25.
- [29] *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* (2007) Nr. 2, S. 91-100.
- [30] *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* (2008) Nr. 8, S. 562-570.
- [31] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 7, S. 28-34.
- [32] *Giesserei* 94 (2007) Nr. 11, S. 38-50.
- [33] *Giesserei-Praxis* (2007) Nr. 12, S. 491-498.
- [34] *Stahl und Eisen* (2008) Nr. 5, S. 64-67.
- [35] *konstruieren + giessen* (2007) Nr. 2, S. 92-96.
- [36] *MTZ* (2007) Nr. 10, S. 806-808.
- [37] *Wie* [35]. Nr. 1, S. 35-38.
- [38] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 5, S. 30-34.
- [39] *konstruieren + giessen* (2007) Nr. 2, S. 15-21.
- [40] *Automobiltechnische Zeitschrift* (2007) Nr. 12, S. 1128-1135.
- [41] *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* (2008) Nr. 6, S. 379-384.
- [42] *ATZ* (2007) Nr. 12, S. 1-8.
- [43] *Foundry Management & Technology* (2007) Nr. 1, S. 35-39.
- [44] Bähr, R.; Weiss, K.; Honsel, C., u. a.: *Simulation von Bauteileigenschaften unter besonderer Berücksichtigung der Wärmebehandlungsparameter*. VDI-Berichte 1949, 2007. S. 233-242.
- [45] *Giesserei* 94 (2007) Nr. 11, S. 30-37.
- [46] *Giesserei* 94 (2006) Nr. 4, S. 54-59.
- [47] *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* (2008) Nr. 6, S. 400-406.
- [48] Grunow, F.; Görtz, W.; Weber, R., u. a.: *Das Zylinderkurbelgehäuse der neuen R4-TFSI-Motorengeneration von Audi*. *MTZ* (2007) Nr. 5.
- [49] *Giesserei-Rundschau* 55 (2008) Nr. 9/10, S. 186-189.