

Das Gießen ermöglicht die Herstellung von sehr komplexen Bauteilstrukturen.



FOTO: KLEMENS KORDT

# Gusskonstruktion und Gussanwendung (1. Folge)

VON KARL-HEINZ SCHÜTT, DÜSSELDORF

## Bauteilentwicklung

Die Anforderungen an kurze Entwicklungszeiten für Gussteile zwingen die Gießereien zum Einsatz von Simulationstools und schnellen Fertigungstechnologien. Am Beispiel der beiden sich werkstoffseitig ergänzenden Gießereien Innocast GmbH, Langenfeld (Gusseisen, Stahlguss), und Spacecast Präzisionsguss

GmbH & Co KG, Eschweiler, (Nichteisenmetallguss) veranschaulichen J. Schädlich-Stubenrauch und B. Heinrich in [1], wie eine sinnvoll verzahnte CAE-Prozesskette (Computer Aided Engineering) aus CAD-Datenmodellbildung, Gießsimulation und Rapid Tooling schnell zu hochwertigen, komplexen Gussteilen führen kann. Eine wesentliche Rolle spielen dabei das Projektmanagement und die Arbeitsvorbereitung, in deren Rahmen alle Informationen über die geometrischen, physikalischen und technischen Anforderungen und Eigenschaften bereitgestellt und datentechnisch verarbeitet werden müssen.

S. Nissle u. a. berichten in [2] über die Substitution einer Schweißverbindung durch eine feste Verbundgusslösung am ARC Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen, Österreich. Mit Hilfe von Berechnungen, Simulationen und praktischen Versuchen konnte das Potential der Hybridlösung hervorgehoben werden. Es wurde gezeigt, dass bei der Schweißvariante hohe Festigkeitswerte einstellbar sind. Bei den Verbundgussteilen dagegen sind diese stark von der Auslegung des Profils abhängig und müssen entsprechend konstruktiv und simulativ entwickelt werden. Durch das Setzen von Bohrungen und dadurch erzeugte Hinterschnitte konnten deutlich höhere Ausziehkräfte erreicht werden als bei der Schweißverbindung.

O. Fuchs weist in [3] darauf hin, dass die alleinige Substitution einer vorhandenen Pleuelstange aus konventionellen Materialien in einem bestehenden Motorkonzept durch ein Dispal-Pleuel nicht zu allen geforderten Verbesserungen wie Verbrauchsreduzierung, Drehzahlsteigerung, NVH-Verhalten und geringerem Gewicht der Pleueltriebkomponenten und damit des Gesamtmotors führen wird. Alle Effekte können erst in einer kompletten und angepassten Neuauslegung eines auf Leichtbau abgestimmten Pleueltriebs realisiert werden. Konstruktiv müssen zudem materialbedingte Anpassungen in der Auslegung des Dispal-Pleuels mit einbezogen werden. Dieses betrifft sowohl die Lagerschalen im großen Auge als auch das zu wählende Material in Bezug auf die Pleuelschrauben bezüglich des benötigten Ausdehnungskoeffizienten. Das gegenüber sintergeschmiedeten und gesenkgeschmiedeten Stahlpleuel geringere Einsatzgewicht der Dispal-Ausführung kann zu einem verbesserten NVH-Verhalten und einer höheren möglichen Grenzdrehzahl führen sowie über die Neuauslegung einen wesentlichen Beitrag zur Gewichtsoptimierung des Pleueltriebs leisten.

U. Hennecke u. a. zeigen in [4] am Beispiel eines Trickschiebers für Dampflokotiven aus Gusseisen mit Lamellengra-



FOTO: DÖRRENBURG

**Bild 1:** Manuelles Laserstrahlschweißen im Miniaturbereich mit Hilfe eines Mikroskops

phit (EN-GJL), wie durch numerische Simulation von drei Sandgussvarianten eine optimale Gussteilkonstruktion entwickelt werden kann. Ausgehend von den CAD-Daten des Trickschiebers werden die Temperaturverteilung während des Gießens, die auftretenden Abkühlungsgeschwindigkeiten und der thermische Modul der verschiedenen Gussteilkonstruktionen abgebildet und die entstehenden Vorteile diskutiert und gegenübergestellt.

### Gusskonstruktion

In [5] werden Maßnahmen zur Verbesserung der Gussteilkonstruktion durch das Anbringen von Verstärkungen und gerundeten Vorsprüngen vorgestellt, um konstruktiv Gewichtseinsparungen zu erreichen und den Anteil an spangebender Bearbeitung von Gussteilen zu verringern.

Bei Gussteilen dienen Verrippungen zur Verbesserung der Bauteilsteifigkeit und zur Materialeinsparung. In [6] werden Konstruktionsmerkmale für die Gestaltung von Verrippungen, wie Rippenform, Übergangsradien, Rippenhöhe und Rippendicke in Abhängigkeit von der Wanddicke, angegeben. Rippen sollten bevorzugt im Druckbereich der späteren Beanspruchung und nicht im Zugbereich vorgesehen werden.

Gussteile gelten vielfach heute noch wegen ihrer heterogenen und ungleichmäßigen Gefügeausbildung als schlecht schweißbar. Aber mit entsprechenden gießtechnischen und schweißverfahrenseitigen Weiterentwicklungen und vor allem einer hoch entwickelten Zusatzwerkstoffpalette lassen sich heute praktisch alle Gusswerkstoffe schweißtech-

nisch fügen (Bild 1). In [7] ist der derzeitige Wissenstand zum Schweißen von Stahlguss, Gusseisen, weißem Temperguss sowie schweiß- und wärmebehandelbarem Aluminiumdruckguss zusammenfassend veröffentlicht.

In [8] wird die Entwicklung einer einteiligen Motorradfelge aus einer Magnesiumlegierung beschrieben. Diese Felge ist um 30 % leichter als eine äquivalente Aluminiumfelge. Für die Herstellung der Magnesiumfelge kam das Thixogießverfahren zur Anwendung. Optimierte wurden das Gießsystem und das Gießformfüllen mit Hilfe der numerischen Simulation. Auch die Geometrie der Motorradfelge musste an das Thixogießverfahren angepasst werden.

In [9] werden dem Konstrukteur umfassende Informationen zu den Werkstoffen für das Feingießen, die eine sehr breite Palette von Gusswerkstoffen aus Stahl, Aluminium, Gusseisen und Kupfer umfassen, und verfahrensbedingte Angaben zum Konstruieren und Gestalten von Feingussteilen gegeben, die doch etwas von der Ausführung normaler Gussteile abweichen. Kennzeichen dieses speziellen Gießverfahrens sind die „verlorenen“ Modelle, die vor dem Abgießen aus den Gießformen ausgeschmolzen, ausgelöst und/oder ausgebrannt werden, und die keramische Schalenform. Die Verwendung verlorener Modelle ermöglicht die Nutzung ungeteilter Gießformen. Sie bewirken, dass ohne Formversatz sehr enge Maßtoleranzen eingehalten und Gussteile ohne Teilungsgrat gefertigt werden können. Das Verfahren ist dafür prädestiniert, dass auch geringe Wanddicken und komplizierte geometrische Formen konturscharf gießtechnisch herstellbar sind



FOTO: ZOLLERN

**Bild 2:** Turbinenräder, die inklusive der dünnen Flügel im Feingießverfahren gefertigt sind.

(Bild 2). Damit kommt das Feigussteil der endgültigen Gestalt eines Bauteiles sehr nahe. In vielen Fällen wird diese sogar erreicht. Auch die Gussoberfläche ist feiner als bei Sandgussteilen, sodass in vielen Fällen die spanende Bearbeitung minimiert werden kann.

Richtlinien der Europäischen Union zur Schonung der Ressourcen und zur Rückgewinnung von Werkstoffen am Ende der Nutzung eines Automobils erfordern eine entsprechende strategische Vorgehensweise bei der Konstruktion der Automobile von morgen. So müssen unter anderem ab 2015 85 % des Materials eines Automobils wieder verwendbar und 95 % wieder verwertbar sein. Dieser Aspekt muss deshalb heute bereits bei der Konstruktion von Automobilen berücksichtigt werden, da zu erwarten ist, dass diese vielfach bis zu diesem Zeitpunkt und darüber hinaus betrieben werden. F. Abraham beschreibt in [10] die von Renault bereits eingeführten konstruktiven Maßnahmen und führt entsprechende Beispiele an, die ein Recycling der Bestandteile von Alautos erleichtern sollen, zu denen auch die Kennzeichnung der verwendeten Werkstoffe und die genaue Sortenbezeichnung gehören.

### Simulationstechniken

In [11] wird ausgeführt, dass zum Reverse-Engineering eines 40 Jahre alten Eisenbahngussteils ein noch vorhandenes Gussteil mit einem GOM-ATOS-Ile-Scanner gescannt und aus dem Ergebnis eine CAD-Zeichnung des Teils erstellt wurde. In Pro/Engineer wurden damit die Konstruktionszeichnungen

des Bauteils erstellt, um daraus die Programme für die CNC-Bearbeitung zu schreiben. Einschließlich der Herstellung des Modells und der Kernkästen konnte die vorgegebene Lieferzeit von 30 Tagen für das erste Gussteil eingehalten werden. Die Gießprozesssimulation erfolgte mit der Software SolidCast-7, die in einer überarbeiteten Fassung mit verbesserten Darstellungsmöglichkeiten der Formfüllung durch das Metall aufwarten kann.

C. Bates u. a. zeigen in [12] auf, dass gerade die Ausschöpfung der Möglichkeiten zur Herstellung sehr komplexer Gussteile nach dem Vollformgießverfahren die Anwendung der elektronischen Konstruktion erfordert, da fast alle möglichen Geometrien im Vollformgießverfahren darstellbar sind. Moderne CAD-Softwaresysteme versetzen die Konstrukteure heute in die Lage, Gussteile in enger Zusammenarbeit mit Gießern und Modellbauern zu entwickeln. Ergebnisse einer solchen Kooperation bei der Bauteilentwicklung werden anhand einiger Beispiele vorgestellt. Durch Ausnutzung der heutigen Möglichkeiten der CAD-Technik wird die Umsetzung von Konstruktionen aus vorher gefügten Bauteilen zu geometrisch komplexen und filigranen Vollformgussteilen enorm erleichtert.

In [13] wird „Magmafrontier“ als Setup (add-on Modul) des bekannten Magmasoft-Softwarepaketes für die Simulation gießereitechnologischer Prozesse vorgestellt. „Magmafrontier“ ermöglicht die Simulation unter variablen Ausgangsbedingungen. Statt mit festen Gussteil- und Prozessparametern kann mit Parameterbereichen (Höchst- und Tiefstwerte) gearbeitet wer-

den. Unter Berücksichtigung fester Zielvorgaben optimiert die Software innerhalb der vorliegenden Restriktionen das Gussteil/Prozessdesign. Diese genetische Optimierung ist anwendbar auf fast jeden wesentlichen Parameter der Prozessmodellierung, beispielsweise bei der Formfüllung, der Anschnitt- und Speisergestaltung, der Bestimmung mechanischer Gussteileigenschaften und Gussteilspannungen.

A. Garza-Delgado u. a. weisen in [14] darauf hin, dass die Modellierung des Verzugs von Druckgussteilen in den letzten Jahren eine hohe Bedeutung erlangt hat. Allerdings wurden wegen der komplexen und komplizierten Vorgänge Vereinfachungen vorgenommen, die die Aussagekraft der Modelle einschränken. Eine der häufigsten Vereinfachungen ist das Vernachlässigen der Wärmeübergangsänderungen an der Grenzfläche Form und Gussteil während der Abkühlung. Dadurch bleiben Eigenspannungen im Gussteil bei Raumtemperatur unberücksichtigt. Im vorliegenden Beitrag wird ein Modellansatz auf Basis der FEM-Software „Abaqus“ vorgestellt, der den verformten Formhohlraum am Ende des Füllvorgangs als Ausgangsform der Erstarrung und Abkühlung einbezieht.

### Gusswerkstoffe

In [15] stellt K.-H. Schütt aus der Sicht des Autors basierend auf umfangreichen Recherchen strategisch wichtige Werkstoffentwicklungen bei den Eisen- und Nichteisenwerkstoffen vor, die neben dem weiteren Leichtbau auch der höheren Belastbarkeit heutiger und zukünftiger Bauteile dienen können. Diese Lösungen betreffen die hier beschriebenen metallischen Gusswerkstoffe, verbunden mit einem kurzen Ausblick auf die eng damit verbundenen Umformlösungen, sodass auch zukünftig ein interessanter Wettlauf zwischen den Werkstoffen zu erwarten ist, der aus heutiger Sicht wohl vorrangig über die Wirtschaftlichkeit und die Ressourcenverfügbarkeit entschieden werden wird. Die metallischen Werkstoffe und im Speziellen die Gusswerkstoffe haben wegen ihrer noch immer in ihnen schlummernden Potentiale bei den Werkstoffen, in der fertigungstechnischen Entwicklung und bei dem kaum eingegrenzten Gestaltungsfreiraum hier ausreichende Voraussetzungen, um in diesem Wettbewerb weiterhin aktiv mitmischen zu können.

Seit der Entdeckung der Graphitkugelausbildung im Gusseisen vor 60 Jahren hat der Eisengusswerkstoff Gusseisen mit Kugelgraphit (alt: GGG, neu EN-GJS) eine dynamische Entwicklung durchlaufen, die bis heute dank der technisch interessanten hohen mechanischen Eigenschaften anhält. Diese Werkstoffgruppe

ist vielseitig einsetzbar und substituiert erfolgreich andere Gusseisensorten, konkurriert vielfach mit dem Leichtbauwerkstoff Aluminium und ersetzt vor allem wirtschaftlich gegossene, geschmiedete und gewalzte Stahlteile, wegen ihres günstigeren Streckgrenzen/Zugfestigkeitsverhältnis. Alles für den Konstrukteur Wissenswerte enthält in kompakter Form die Broschüre „Gusseisen mit Kugelgraphit“ [16], die unter e-mail:infozentrum@bdguss.de angefordert werden kann.

Hoch feste und temperaturbeständige Eisengusswerkstoffe haben Hochkonjunktur, denn bei der rasanten Motorentwicklung und den steigenden Betriebstemperaturen und Drücken in den Motoren sind die derzeit angewendeten Aluminiumlegierungen den Belastungen vielfach nicht mehr gewachsen. Dass auch weiterentwickelte Eisenwerkstoffe hier neue oder verloren gegangene Marktsegmente wieder erschließen können, hat die GF Automotive, Schaffhausen, Schweiz, mit der Werkstofffamilie „SiboDur“ bewiesen [17], die aus konventionellem Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) entwickelt wurde (Bild 3). Die Gussorten dieser Familie haben im Vergleich zum Ausgangsmaterial noch bessere mechanische Eigenschaften, wie hohe Schwingfestigkeit und Steifigkeit, weshalb dieser in verschiedenen Sorten lieferbare Werkstoff seine Anwendung bei Schwenklagern, Querlenkern und Radträgern bereits gefunden hat. Bei einem Längslenkerbock und einer Kurbelwelle für einen Leicht-Nkw konnte der Werkstoff in ein Marktsegment vordringen, das bislang geschmiedeten Bauteilen vorbehalten war. Neben den mechanischen Eigenschaften konnte auch die thermische Belastbarkeit von Auslasskrümmergussteilen mit der Werkstofffamilie „SiMo 1000“ verbessert werden. Das Engagement der Automobilsparte der Georg Fischer AG, GF Automotive, im Werkstoffbereich führte unter anderem zur Auszeichnung mit dem „Volkswagen Group Award 2007“ (Bild 4). In [18] werden die auf verschiedene Einsatzgebiete ausgelegten „SiboDur“-Werkstoffe ausführlich von W. Menk u. a. vorgestellt.

A. Rimmer berichtet in [19] über die langjährige Verwendung von ADI (Austenittemper Ductile Iron, austenitisch-ferritisches Gusseisen) im Getriebebau in den USA. General Motors setzt seit 1976 ADI-Zahnräder in den Getrieben aller Pontiac-Fahrzeuge ein. Durch die Verwendung der ADI-Zahnräder in den Getrieben von Kraftfahrzeugen konnten die Materialkosten deutlich gesenkt werden. Zudem ergab sich eine Leistungsverbesserung durch einen geringeren Verschleiß. ADI-Zahnräder befinden sich heute auch in Getrieben für Dieselmotoren und für Windenergieanlagen im Einsatz.

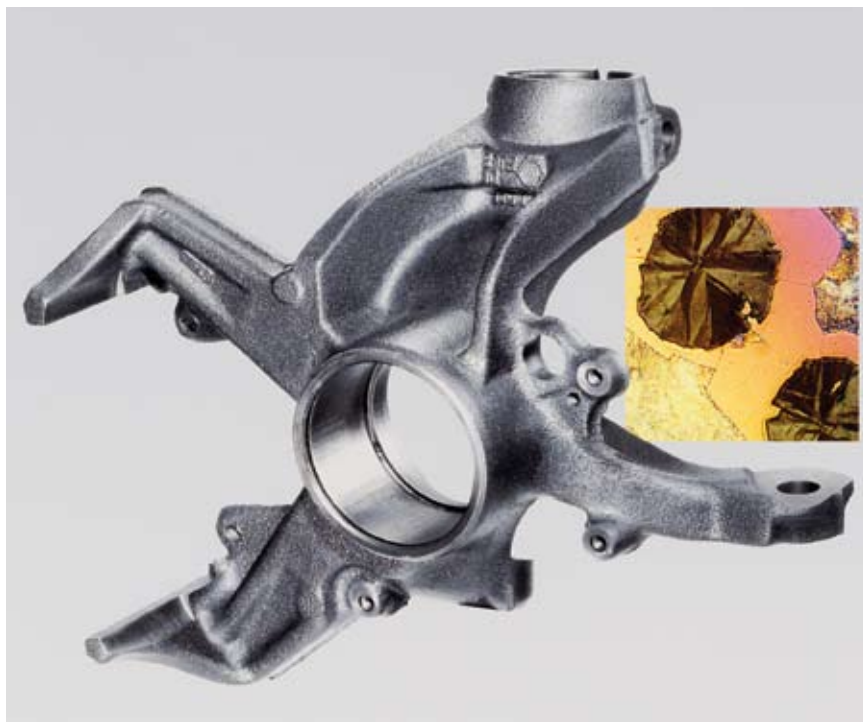


FOTO: GF AUTOMOTIVE

**Bild 3:** Mit den weiterentwickelten Eisengusswerkstoffen „Sibodur“ werden die Anwendungsgrenzen des Gusseisens mit Kugelgraphit ausgeweitet.



FOTO: GF AUTOMOTIVE

**Bild 4:** Mit dem „Volkswagen Group Award 2007“ wurde die Entwicklung des Radträgers für die Hinterachse des Golfs aus „Sibodur“ gewürdigt.

A. Schupp weist in [20] auf die sehr gute Korrosionsbeständigkeit von Cu-Al-Legierungen hin. Zudem führt die schnelle Abkühlgeschwindigkeit beim Kokillenguss auch zu einer hohen Festigkeit und Härte. Das macht diese Legierungen als Stahlersatz attraktiv, zumal sie in der Gussteilbearbeitung mit Stahlwerkstoffen durchaus mithalten und bereits nach dem Gießen eine hohe Maßgenauigkeit haben. Als Mehrstofflegierung versprechen sie weitere Ver-

besserungen hinsichtlich Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit.

In vielen Bereichen der chemischen Verfahrenstechnik und der Umwelttechnik reicht die Korrosionsbeständigkeit der üblichen hoch legierten Edelstähle nicht mehr aus. Ein Ausweg ist der Einsatz von Nickel-Basislegierungen, die umfassend in [21] von K. Röhrig vorgestellt werden. Eine zweite große Gruppe der Nickel-Basislegierungen sind Hochtemperatur-

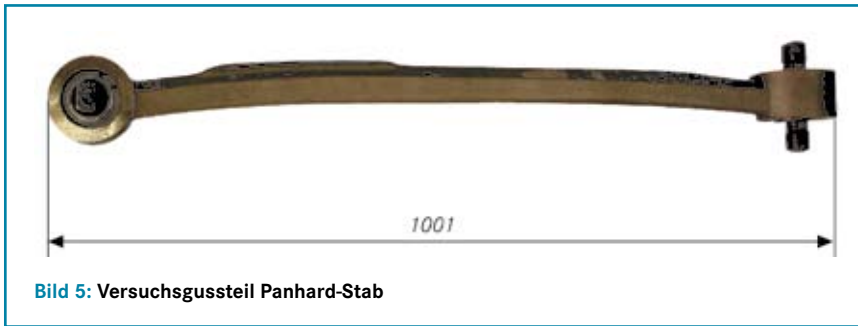


Bild 5: Versuchsgussteil Panhard-Stab

werkstoffe. Hier geht es sowohl um Beständigkeit gegen Verzunderung und andere Arten der Hochtemperaturkorrosion als auch um höchste Warmfestigkeit. Die hier geforderten Eigenschaften werden durch entsprechende Legierungszusammensetzungen und verschiedene Verfestigungsmechanismen erreicht. Die Entwicklung der Nickel-Basislegierungen folgte den Anforderungen des Marktes. Die Werkstoffentwicklung erfolgte in den Labors zahlreicher Hersteller. Die Folge ist, dass es heute eine etwas verwirrende Vielzahl verschiedener Bezeichnungen gibt, bei denen es auf den ersten Blick nicht immer klar ist, ob es sich um einen bestimmten Werkstoff, einen Werkstofftyp oder ein Produkt handelt. Oft werden auch Gusswerkstoffe mit dem Namen des entsprechenden Knetwerkstoffes bezeichnet. Trotzdem haben die meisten Nickel-Basislegierungen heute deutsche Werkstoffnummern und Kurzzeichen, sodass der Aufsatz hier Klarheit für den Anwender bringt.

S. K. Sahay u. a. geben in [22] einen Überblick zum gegenwärtigen Stand der Entwicklung auf dem Gebiet der Cobalt-Basislegierungen. Der besondere Vorzug dieser Legierungen besteht neben der hohen Korrosions- und Verschleißbeständigkeit vor allem in der hohen Warmfestigkeit. Die Superplastizität von Legierungen auf Cobaltbasis ist abhängig von der Temperatur, der Umformgeschwindigkeit und der Korngröße im Ausgangszustand. Beschichtungen aus Mehrkomponenten-Cobaltlegierungen (CoCrAlY), die durch elektrolytisches Abscheiden oder durch physikalisches Aufdampfen aufgebracht werden, haben sich als Schutzschicht gegenüber Wärme- und Korrosionseinwirkungen sehr gut bewährt. Dabei bilden Aluminium und Yttrium eine sehr stabile Oberflächenschicht, deren Schutzwirkung durch Zusatz von Ni, Zr und Si noch weiter erhöht werden kann.

K. Buijs befasst sich in [23] mit den Merkmalen und Anwendungen des Leichtbauwerkstoffs Titan. Titan besitzt extreme Eigenschaften, wie hohe Korrosions- und Erosionsbeständigkeit, geringe Dichte, gutes Festigkeits-Gewichts-Verhältnis und gute Wärmeleitfähigkeit und ist des-

halb für den Leichtbau besonders geeignet, ist aber herstellungsseitig kosten- und energieintensiv. Neben den Eigenschaften von Titan und seinen Legierungen werden ein Überblick über die wichtigsten technischen Legierungen gegeben und einige Anwendungen vorgestellt, die vor allem in der Luft- und Raumfahrt, in der Meerestechnik und als Legierungsmittel in nichtrostenden Stählen liegen. Ein neues interessantes Anwendungsfeld sind Formgedächtnislegierungen. Diese bestehen zu 50 % aus Nickel und zu 50 % aus Titan.

M. Garat und G. Laslaz weisen in [24] darauf hin, dass die neuen Common-Rail-Dieselmotoren hohe mechanische Dauerfestigkeiten im Bereich der Kühlwasserkannäle und hohe Warmfestigkeit im Brennkammerbereich erfordern. Für die zum Einsatz kommenden Legierungen EN AC-ALSi7Mg0,3 oder EN AC-ALSi5Cu3 wurden deshalb experimentelle Untersuchungen an Probestäben zur Verbesserung der Dehngrenze, der Dehnung und der Zeitstandfestigkeit bei Raumtemperatur (RT), 250 und 300 °C durch Zusätze von Zr, Mn, V oder Cu, bzw. durch Variation des Siliciumgehalts durchgeführt. Der gemeinsame Zusatz von Zr und Mn zur magnesiumhaltigen Legierung ergibt keine Steigerung der mechanischen Festigkeiten, verzögert jedoch das Kriechverhalten und erhöht damit die Lebensdauer bisheriger Zylinderköpfe für Dieselmotoren. Die neue magnesiumfreie Legierung AlSiCu3,5MnZrTi weist höhere mechanische Festigkeiten bei den höheren Temperaturen und höhere Zeitstandfestigkeit bei RT auf und ist damit für Zylinderköpfe von Common-Rail-Dieselmotoren geeignet.

G. D. Wardlow geht in [25] auf die Vorzüge moderner Magnesiumkonstruktionen im Automobilbau ein. Dabei überstreicht er nach einen kurzen Ausflug in die 1920er-Jahre, wo Magnesium schon einmal im Flugzeugbau und Premiumautomobilbau als gewichtsseitig leichtester technisch nutzbarer metallischer Werkstoff Einsatz fand, die Zeit bis zur Renaissance in den 1990er-Jahren, als VW, der schon in den 1970er-Jahren im Volkswagen Käfer für Motorgehäuse und Getriebegehäuse Magnesiumguss eingesetzt hatte, den Werk-

stoff aus Leichtbaugründen wieder entdeckte. 1995 läutete VW mit der verbesserten Magnesiumgusslegierung AZ91D mit 9 % Al und 0,5 % Zn für Getriebegehäuse des VW Passat, Audi A4 und Audi A6 in Europa eine neue Ära der Magnesiumnutzung ein, die bis heute anhält. Erreicht wurde dadurch eine Gewichtsreduzierung gegenüber den bisher verwendeten Aluminiumgussteilen um 25 %. Einen weiteren Meilenstein setzte 2004 BMW mit seinem 3-Liter-6-Zylinder-Motorblock mit einem eingegossenen Einsatz aus der übereutektischen Aluminiumgusslegierung AlSi17Cu4Mg (Zylinderlaufbuchse, Wasserkühlkanäle) in einem Magnesiumdruckgussmantel aus der kriechfesten Druckgusslegierung AJ62 (Mg-Al-Sr-Legierung) bei einer Gewichtseinsparung von 24 %, der in allen BMW-Typen der Serien 1 bis 7 verbaut wird. Weltweit hat der Magnesiumeinsatz im Fahrzeugbau in den letzten 20 Jahren um etwa 10 % je Jahr zugenommen. Besonders stark sind in den letzten Jahren die Einsatzfälle der vor fünf Jahren entwickelten Magnesium-Hochtemperatur-Druckgusslegierungen angestiegen, die dem Werkstoff eine Vielzahl neuer Anwendungsbereiche eröffnet haben.

Für die effiziente Produktentwicklung ist der zuverlässige und schnelle Zugriff auf alle verfügbaren Werkstoffe, deren Sortimente, die Werkstoffdaten und Informationen aus Normen, Richtlinien, Prüfberichten, Firmen-Werkstoffblättern und der Literatur unverzichtbar. G. Geißler stellt deshalb in [26] die von der IMA GmbH in Dresden für die Bereiche Einkauf, Konstruktion, Normung, Berechnung, Werkstofftechnik und Qualitätssicherung entwickelte Datenbank „Wiam<sup>®</sup>-Metallinfo“ vor. Diese modular aufgebaute Datenbank enthält derzeit mehr als 5000 Werkstoffe und über 150 000 Modifikationen. Dominante Werkstoffgebiete sind Stahl, Stahlguss, Gusseisen, NE-Metalle (Knet- und Gusslegierungen) und Sintermetalle.

## Leichtbau

Die Betriebsfestigkeit von Fahrwerksbauteilen wird nicht nur von der Schwingfestigkeit unter zyklischen Betriebsbelastungen bestimmt, sondern auch durch die Interaktion mit Sonderbelastungen und Missbrauchsbelastungen. Vor diesem Hintergrund zeigen C. M. Sonsino u. a. in [27] anhand eines Panhard-Stabes (Bild 5), das ein stabilisierendes Element im Fahrwerk von Nutzfahrzeugen ist, wie durch eine Werkstoffsubstitution von EN-GJS-400-15 (GGG 40) mit der austenitisch-ferritischen Sorte (ADI) EN-GJS-800-8 bei entsprechender Wärmebehandlung eine deutlich höhere Schwingfestigkeit erzielt werden kann. ADI-Gusseisen hat gefü-

---

## Werkstoffleichtbau, konstruktiver Leichtbau und Systemleichtbau sind die drei Säulen des Leichtbaus.

---

bedingt gegenüber den konventionellen ferritischen Eisenwerkstoffen unter variablen Betriebsbelastungen eine deutlich höhere Schwingfestigkeits- bzw. Lebensdauersteigerung als unter konstanten Amplituden und somit ein bedeutendes Leichtbaupotential. Die Verformbarkeit des Bauteils aus dem weniger duktilen EN-GJS-800-8 konnte durch entsprechende konstruktive Maßnahmen im Schaftbereich, verbunden mit einer Gewichtsreduzierung um 15 %, erhöht werden.

Werkstoffleichtbau, konstruktiver Leichtbau und Systemleichtbau sind die drei Säulen des Leichtbaus, von denen in der vorliegenden Habilitationsschrift von S. Mücklich [28] der Werkstoffleichtbau, die Entwicklungen auf dem Gebiet der Leichtmetalle (Aluminium, Magnesium, Titan) und geeignete Fügeverfahren betrachtet werden. Das Kapitel über Aluminium behandelt Entwicklungen und Anwendungen von Gusslegierungen, Knetlegierungen, Schaumwerkstoffen und Aluminiummatrix-Verbundwerkstoffen, wobei hier besonders Anwendungen der Aluminiumgusslegierungen im Fahrzeugbau (Motorblock, Zylinderlaufflächen, Kolben), ihre Wärmebehandlung (Hisaq-Verfahren, Abschreckung im Luftstrom) und Entwicklungen zur Steigerung der Warmfestigkeit und Verschleißfestigkeit angesprochen werden. Das Kapitel Magnesium befasst sich mit Anwendungsbeispielen, Legierungsentwicklungen, mechanischen Eigenschaften und der Gefügeentwicklung von Magnesiumguss- und -knetlegierungen. Besondere Erwähnungen finden bei Gusslegierungen das Halbflüssiggießen und bei Knetlegierungen das Gießwalzen. Die Ausführungen zum Titan umfassen Anwendungen, Mikrogefüge, mechanische Eigenschaften und im Besonderen Verarbeitungsverfahren von Rein-Titan, Ti-Legierungen und Titanaluminiden. Große Bedeutung für den Einsatz von Leichtbauwerkstoffen haben die Fügeverfahren, da Leichtbaukonzepte in der Regel über einen Materialmix realisiert werden. Hier werden für die betrachteten Werkstoffgruppen Entwicklungen und der Stand der Technik beim Schweißen, Kleben, Lötens und Fügen beschrieben.

K. Vollrath befasst sich in [29] mit den Leichtbaupotentialen hoch komplexer Aluminiumstrukturteile für den Automobilbau. Im Unterschied zur konventionellen Blechumformung erlaubt das Druckgießen nicht nur die Form, sondern auch den Wanddickenverlauf eines Bauteils optimal auf die einwirkenden Beanspruchungen abzustimmen. Hoch komplexe Gussteile mit integrierten Zusatzteilen ermöglichen eine zusätzliche Gewichtsreduzierung und erhebliche Einsparungen durch reduzierten Montage- und Prüfaufwand. Zudem lassen sich äußerst dünne Wanddicken bis zu 1,5 mm selbst bei großflächigen Teilen gießen. Über eine kraftflussgerechte Auslegung der Bauteilgeometrie sind trotzdem noch Verbesserungen bei der Gestaltfestigkeit sowie bei der dynamischen Belastbarkeit erzielbar.

Die Kombination von Magnesium mit keramischen Verstärkungsphasen könnte im Fahrzeugbau weiteren Leichtbau und neue Einsatzmöglichkeiten bringen. In dem von der Bayerischen Forschungsförderung geförderten Projekt „Metallverbünde“, über das F. Bechmann u. a. in [30] berichten, kann-

**ANZEIGE**  
**1/2**  
**85 x 260**  
**Hensel**

te bei der BMW Group ein Motoranbauteil aus der Magnesiumlegierung AJ62 mit einer Verstärkung durch Siliciumcarbidgepartikel versehen werden. Mit der in diesem Projekt entwickelten Einheitszellenmethodik wurde es möglich, sehr früh im Prozess Kennwerte für die elastischen und plastischen Eigenschaften des Verbunds zur Berechnung der Bauteilgestaltung und -absicherung zu generieren. In der Neue Materialien Fürth GmbH ist ein neuer zweistufiger Prozess zur Serienfertigung von Magnesiumverbänden in Ent-

wicklung. Die Einarbeitung der Partikel in die Magnesiumschmelze wird durch einen Compoundierprozess realisiert. Dieses Verfahren stellt eine Hybridtechnik dar, die auf dem Druckgießen von Leichtmetallen und dem Spritzgießen von Kunststoffen basiert.

**Bauteileigenschaften**

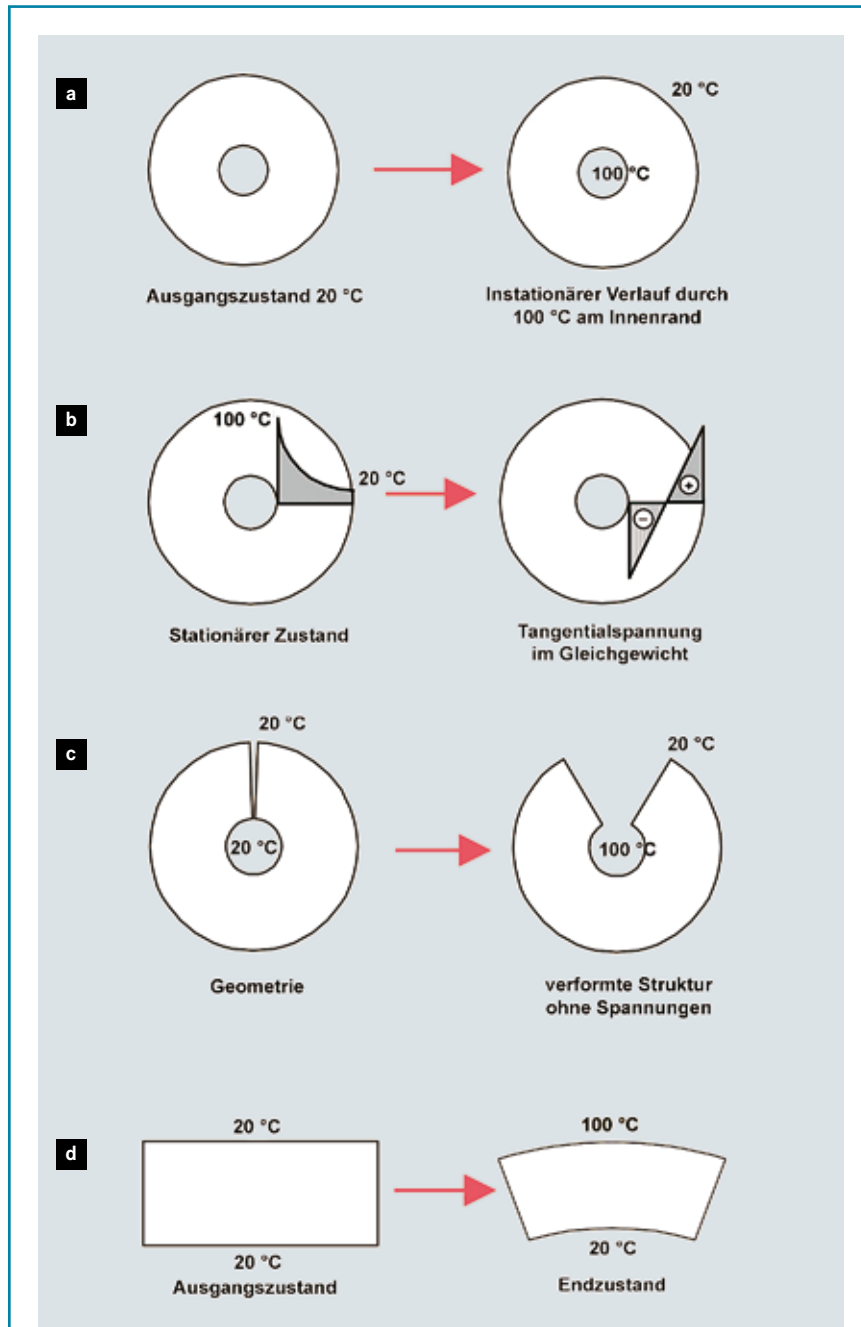
E. P. Warnke stellt in [31] fest, dass der Konstrukteur wie Gießer mit Eigenspannungen in ihren Bauteilen leben müssen

(Bild 6). Die Erscheinungsformen von Eigenspannungen in Materialien und Bauteilen sind vielfältig und komplex. Einmal sind grundsätzlich Eigenspannungen vorhanden, und sie bleiben so, sind selbstbegrenzend und es passiert nichts. Es kann aber durch Überlagerung mit verschiedenen Ereignissen auch eine katastrophale Festigkeitssituation im Bauteil entstehen. Eigenspannungen können nicht gesehen werden, daher werden sie oft nicht erkannt. Sie können aber beherrscht werden. Im Aufsatz wird deshalb ein Einblick in die Problematik Eigenspannungen und deren Möglichkeiten zur Beherrschbarkeit bei Gussteilen gegeben.

Die Bruchsicherheitsbewertung von zyklisch beanspruchten Gussteilen, zum Beispiel in Windenergieanlagen, Maschinen- oder Fahrzeugkomponenten, unter Einbeziehung von Rissen oder rissähnlichen Spannungskonzentrationsstellen macht die Berechnung der Restlebensdauer auf der Basis bruchmechanischer Konzepte erforderlich. Während einfache Bewertungsprozeduren mit dem Risswachstumsgesetz nach Paris hinreichende Aussagen liefern, ist für komplexe Problemstellungen eine rechnergestützte Bewertung mit statistisch aufbereiteten Risswachstumsdaten unumgänglich und auf der Grundlage des von der ESA entwickelten Programms „Esacrac“ realisierbar. In [32] können P. Hübner und G. Pusch die gute Übereinstimmung zwischen experimentell ermittelten und analytisch bestimmten Verläufen zyklischer Risswachstumskurven bei Variation der Mittelspannung für unterschiedliche Gusseisenwerkstoffe nachweisen.

S. Henkel u. a. stellen in [33] ein Verfahren zur Bestimmung des Risswachstumsverhaltens in Gusseisenteilen mit Hilfe des Berechnungsprogramms „Esacrack“ vor (Bild 7). Mit dem hier beschriebenen Verfahren lassen sich aus Messergebnissen, die häufig nur Mittelwertkurven repräsentieren, Quantilrisswachstumskurven für Sicherheitsanalysen ableiten. Dies ist insbesondere in der Designphase von zyklisch belasteten Sicherheitsbauteilen notwendig, in der naturgemäß wenige Informationen zum Werkstoff vorliegen. Im Rahmen von Sicherheitsanalysen müssen gegebenenfalls Inspektionsintervalle abgeleitet werden. Wie das Beispiel zeigt, ist es hier essentiell, mit einer konservativen Quantilrisswachstumskurve und nicht mit Mittelwertkurven zu arbeiten. Verbunden mit Teilsicherheitsfaktoren für die Belastung wird die Angabe einer Ausfallwahrscheinlichkeit für ein rissbehaftetes Bauteil möglich.

G. Pusch gibt in [34] einen Überblick über den Stand der Ermittlung von bruchmechanischen Kennwerten an Bauteilen aus Gusseisen mit Lamellen-, Kugel- und



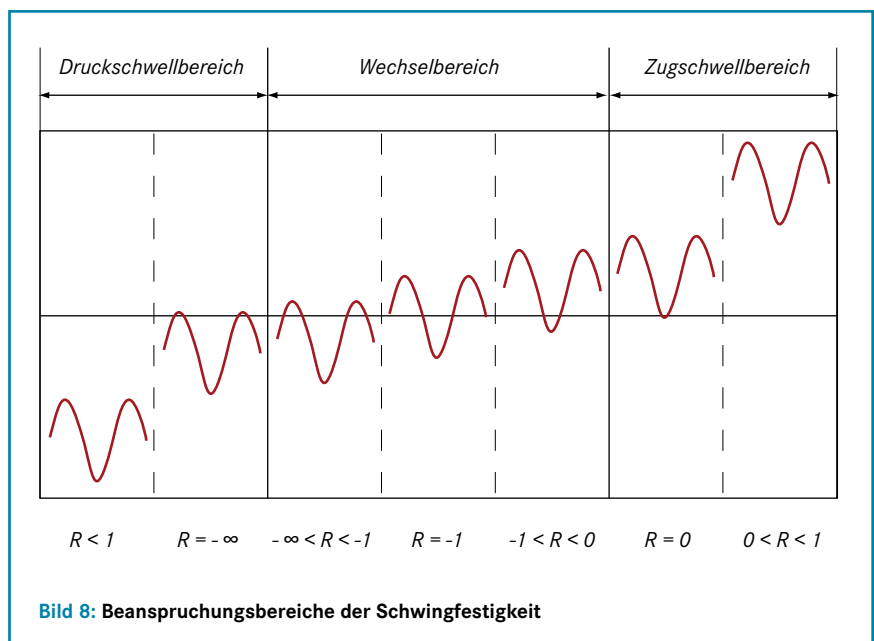
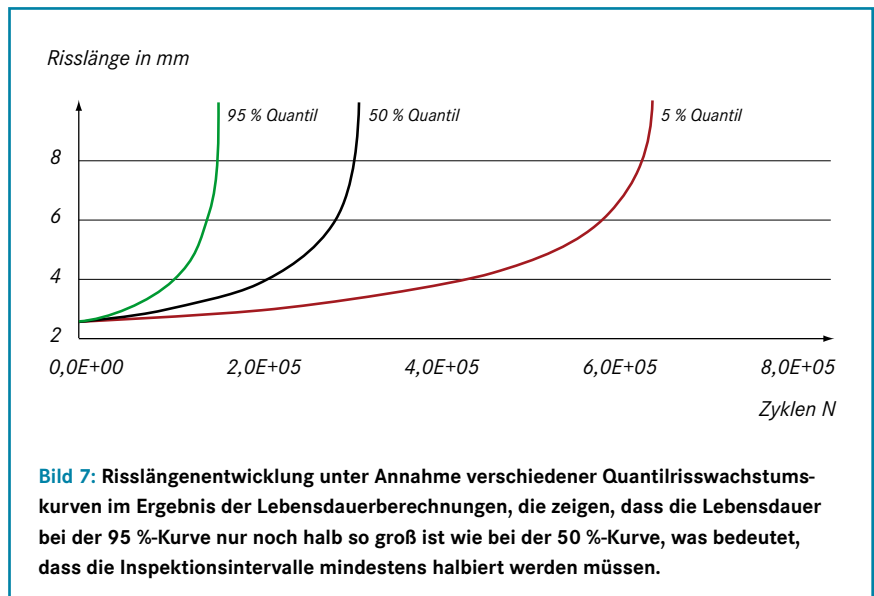
**Bild 6:** Modellfälle für die Entstehung von Eigenspannungen durch Erwärmung einer Kreisscheibe

- a) Temperaturverlauf in der erwärmten Kreisscheibe
- b) Spannungsverlauf in der erwärmten Kreisscheibe
- c) Verformung in einer gekerbten erwärmten Kreisscheibe
- d) Verformung durch einseitige Erwärmung eines Kreissegmentes

Vermiculargraphit, Temperguss und carbidischen Gusseisen mit den Anwendungsbeispielen Schweißverbindungen, Eisenbahnräder, Turbinenrohrleitungen, Windenergieanlagen, Transportbehältern. Mit der Anwendung bruchmechanischer Kriterien für die Werkstoffauswahl beziehungsweise Bauteilsicherheitsbewertung werden die konventionellen Kriterien ergänzt und erweitert. Dadurch kann der Konstrukteur über die erstmals mögliche Einbeziehung der Werkstoffzähigkeit, definiert als Werkstoffwiderstand gegen Risseinleitung oder Rissausbreitung, in der Bruchsicherheitsbewertung eine beanspruchungsgerechtere Werkstoffauswahl treffen, als das auf der Basis der Schlag- oder Kerbschlagarbeit möglich ist. Voraussetzung ist die Ableitung quantitativer Korrelationen zwischen der Bauteilbeanspruchung, der Größe vorhandener beziehungsweise hypothetisch angenommener Risse oder rissähnlicher Spannungskonzentrationsstellen und der Bruchzähigkeit des Werkstoffs.

S. K. Sahay u. a. untersuchten das Ermüdungsverhalten von Titanlegierungen, worüber sie in [35] berichten. Das Ermüdungsverhalten bei Titanlegierungen wird maßgeblich durch die Zusammensetzung der Legierungen, deren Wärmebehandlung und die konkreten Beanspruchungsbedingungen beeinflusst. In einem Versuchsprogramm wurde die Entstehung und Ausbreitung von Ermüdungsrissen in verschiedenen Phasen des Ermüdungsprozesses verschiedener Titanbasislegierungen analysiert. Dabei wurden speziell die Veränderung der mechanischen Eigenschaften, die Lage und Größe von Scherbändern bei einer plastischen Verformung, die Morphologie der vorliegenden Phasen sowie die Richtung und Verteilung der plastischen Dehnung untersucht. Danach beeinträchtigten Ausscheidungsprodukte im Mikrogefüge der untersuchten Titanlegierungen deren Ermüdungsverhalten. Demgegenüber ermöglicht ein Spannungsarmglühen eine deutliche Erhöhung der Ermüdungsgrenze. Auch durch eine Oberflächenverfestigung und die Erzeugung von Druckeigenspannungen in den Werkstückoberflächen (zum Beispiel durch Kugelstrahlen, Feinwalzen, Abbau vorliegender Zugeigenstressungen, Einsatz unterhalb der Temperatur der Spannungsrelaxation) kann das Ermüdungsverhalten der Titanlegierungen verbessert werden.

F. Husmeier und A. Pithan berichten in [36] über Schwingfestigkeitsmessungen an Aluminiumgussteilen für den Motorenbau (Bild 8). Für die Weiterentwicklung moderner Verbrennungsmotoren werden heute möglichst betriebsnahe Werkstoffkennwerte zur Auslegung



von Motorenkomponenten benötigt. Neben den statischen Kennwerten werden vor allem die dynamischen Eigenschaften und die dazugehörigen Randbedingungen betrachtet. Für dynamisch belastete Bauteile aus Aluminiumguss unter Temperatureinfluss werden in diesem Aufsatz Ergebnisse entsprechender Untersuchungen vorgestellt. Dabei konnte ein großer Einfluss der Gefügeausbildung auf die dynamischen Eigenschaften nachgewiesen werden.

### Gussanwendung

Auf die Fertigung von Großgussteilen bis 100 t aus Stahlguss für Komponenten, die in thermischen Kraftwerken zur Anwendung kommen, ist die voestalpine Gießerei in Linz, Österreich, spezialisiert. R. Hanus u. a. [37] berichten über diese vor allem statisch belasteten Gusskomponenten,

wie Außen- und Innengehäuse, Schaufelträger, Ventilgehäuse und Krümmer. Diese Komponenten werden innendruckbeaufschlagt und thermisch hoch beansprucht. Das Design ist sehr komplex und stellt daher wegen der gießtechnischen Aufarbeitung, Werkstoffbehandlung, Prozessplanung und Fertigung höchste Anforderungen an die Gießerei. Ausführlich eingegangen wird auf die Werkstoffe und Entwicklungen im Bereich der Dampfturbinen sowie auf den Prozessdurchlauf am Beispiel eines Ventilgehäuses und Außengehäuseoberteils.

Durch die hochgradig freie Gestaltbarkeit von Gussteilen können komplizierte Geometrien, die beim Schweißen mehrere Arbeitsgänge erfordern, in einem Arbeitsgang realisiert werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, zum Beispiel Lager für Wellen und Getriebe oder Halterungen für Motoren innerhalb des Gehäuses be-





FOTO: OLSBERG HERMANN EVERKEN

**Bild 9:** Das Gussteil Wasserkasten für mobile Betonpumpen ersetzt eine mehrteilige Schweißkonstruktion.



FOTO: GONTERMAN-PEIPERS

**Bild 10:** Eine in der Gießerei fertig bearbeitete Großzylinderlaufbüchse

reits mit einzugießen. Und nicht zuletzt lassen sich auch flüssigkeitsdichte Bereiche für Getriebeöl, Kühl- oder Schmiermittel usw. in das Gussteil integrieren. Damit bieten gegossene Teile nicht nur technische, sondern auch wirtschaftliche Vorteile. Ein anschauliches Beispiel für eine solche Integrallösung ist der in [38] beschriebene Wasserkasten für eine Betonpumpe (Bild 9), der in der Olsberg Hermann Everken GmbH gefertigt wird.

F. Lüddecke u. a. [39] berichten über Aktivitäten, um Gründungsstrukturen von Offshore-5-MW-Windenergieanlagen in hohen Stückzahlen wirtschaftlich herstellen zu können. Für den Nordseebereich sind Gründungen des Konstruktionstyps Jacket geeignet. In diesem Zusammenhang wird über Stahlgussbauteile berichtet, die in den hoch belasteten Knotenpunkten des Jackets verbaut werden und die die bisher üblichen geschweißten Stahlhohlprofile ersetzen. Es werden die Vorteile der Stahlgussknoten aufgezeigt, die universell einsetzbar und in Form bzw. Gestaltung völlig frei wählbar sind. Das ausreichende Tragverhalten unter statischer Belastung und Ermüdungsverhalten konnten an Stahlgussproben nachgewiesen werden.

In [40] wird die zentrale Gussteilbaugruppe für die Übertragung der Kräfte von den Rotorblättern zum Generator einer E-33-Windenergieanlage von Enercon beschrieben, die aus insgesamt acht Gussteilen besteht, dem Maschinenträger, dem Rotornabe, dem Achszapfen, dem Rotorträger, dem Statorschild sowie drei drehbar gelagerten Blattadaptern. Die zusammen

rund 5755 kg schweren Gussteile werden aus hoch belastbarem, kaltzähem Gusseisen mit Kugelgraphit EN-GJS-400-18-U-LT in darauf spezialisierten Gießereien, in diesem Fall der Meuselwitz Guss GmbH, gefertigt. Trotz ihrer kompakten Bauweise sind sie mit Wanddicken von teilweise nur 16 bis 30 mm Musterbeispiele für geradezu extremen Leichtbau, denn bei der für die E-33 gewünschten kompakten Modulbauweise müssten wegen jedem Kilogramm Mehrgewicht im Gondelbereich alle tragenden Strukturen entsprechend stärker dimensioniert werden. Durch Gießen gelingt es, solche Bauteile herzustellen, deren Geometrie und Wanddickenverläufe exakt den auftretenden Kraftverläufen entsprechen.

Die Sattelkupplungen stellt die Georg Fischer AG bereits seit 50 Jahren her, wird in [41] berichtet. Diese werden aber schon lange nicht mehr nur aus Stahlguss hergestellt. Heute überwiegen Konstruktionen aus Gusseisen mit Kugelgraphit (EN-GJS, Sphäroguss), einem hoch festen, verschleißarmen Eisengusswerkstoff, der aufgrund seiner hohen Festigkeit kleine Querschnitte und relativ leichte Konstruktionen ermöglicht. Sattelkupplungen dieser Bauart gehören zu den leichtesten überhaupt und sind zum Teil bis zu 40 kg leichter als vergleichbare Wettbewerbsprodukte. Gefertigt werden sie in mehreren Varianten. Gusseisen mit Kugelgraphit (EN-GJS) hat sehr gute mechanische Eigenschaften. Charakteristisch ist seine hohe Festigkeit bei guter Dehnung. Kupplungen aus diesem Werkstoff las-

sen sich daher ebenso lange nutzen wie die Zugmaschine selbst.

Kokillenguss ist ein weit verbreitetes Verfahren zur Großserienfertigung von Leichtmetallteilen, wofür es heute eine breite und spezialisierte Verfahrenspalette vom Schwerkraftguss bis zum Niederdruckkokillenguss gibt, die in [42] kurz charakterisiert wird. Weniger bekannt sind die dort ebenfalls angesprochenen Kokillengießverfahren für Gusseisenwerkstoffe, die neben dem Formgießen das Schleudergießen von Rohren und rotationssymmetrischen Halbzeugen sowie das Stranggießen von Halbzeugen unterschiedlicher Profile umfassen. Neben den Verfahren werden die Vorteile, Sorten und Anwendungsgebiete dieser von spezialisierten Gießereien gefertigten Gusserzeugnisse beschrieben und die Hersteller benannt.

K.-H. Caspers gibt in [43] einen Überblick über die Entwicklung und den Einsatz von im Schleudergießverfahren gefertigter Zylinderlaufbüchsen aus Gusseisen mit Lamellengraphit (EN-GJL) in Nutzfahrzeugmotoren von MAN. Bezüglich der Zylinderlaufbüchsen ist seit langem bekannt, in welcher Weise der Werkstoff durch statische und dynamische mechanische Belastungen, physikalisch durch Wärme und Abrieb und chemisch durch Korrosion beansprucht wird. Das gute Zusammenspiel von Kolben, Kolbenringen und Zylinderlaufbahn ist für die Langlebigkeit, das Laufverhalten und den Ölverbrauch der Motoren von überragender Bedeutung.

Zylinderlaufbüchsen für Kompressoren im mittleren und oberen Leistungsbereich



FOTO: ZOLLERN

**Bild 11:** Stark verripptes Feingussgehäuse für Drehmomentenschrauber

(Bild 10) kommen in großen Kolbenkompressoren für die Kälte- und Klimatechnik, für die Druckluftversorgung und für die Prozessgasverdichtung in der chemischen Industrie in einer großen Vielfalt unterschiedlichster Anlagenausführungen zum Einsatz. Dabei sind sowohl bezüglich Gefügestand als auch Oberflächengüte oft Anforderungen zu erfüllen, die in keiner Norm spezifiziert werden. In [44] wird berichtet, dass bei Gontermann-Peipers, Siegen, solche Buchsen im Größenbereich von 100 bis 1000 mm Durchmesser gegossen und einbaufertig bearbeitet werden. Werkstoff ist in der Regel Gusseisen mit Lamellengraphit (EN-GJL). Wichtigstes Herstellverfahren ist das Schleudergießen in rotierender Kokille, fallweise wird aber auch in stationärer Kokille oder im Strang gegossen. Für besondere Anwendungen werden auch Laufbuchsen aus Gusseisen mit Kugelgraphit (EN-GJS) oder aus austenitischen Gusseisensorten (EN-GJSA-X oder EN-GJLA-X) produziert.

In [45] wird berichtet, dass die Firma Georg Fischer Automotive AG Kurbelwellen aus hoch festem Gusseisen mit Kugelgraphit, welches unter dem Markennamen „SiboDur“ auf dem Markt ist, herstellt, während andere Automobilhersteller vorrangig geschmiedete Kurbelwellen einsetzen. Inzwischen werden bereits über 50 verschiedene Gussteile aus „SiboDur“ hergestellt. Die gute Kombination von Härte und Duktilität bei diesem Werkstoff wird durch eine definierte Zugabe von Silicium und Bor erreicht. Durch den Werkstoff „SiboDur“ werden neue

und erweiterte Anwendungsbereiche für Gusseisenteile geschaffen (siehe auch Literaturangaben [17, 18]).

J. Hollerbacher beschreibt in [46] die Vorzüge der nach dem in der Metal Technologies Kitzingen (MTK) entwickelten Poral-Druckgießverfahren gefertigten Aluminiumgussteile. Die so erzeugten Druckgussteile haben bessere mechanische Eigenschaften und eine gute Wärmebehandelbarkeit. Poral-Druckgussteile weisen deshalb ein hohes Anwendungspotential für den Motorleichtbau als Substitutionswerkstoff für Gusseisen mit Lamellengraphit (Kurbelgehäusedeckel) auf. Ein Beispiel dafür ist der Ersatz eines Kurbelgehäusedeckels aus Gusseisen mit Lamellengraphit durch einen solchen aus Poral-Aluminiumdruckguss, der neben dem Gewicht des Kühlers auch die Schwingungen des Motors und Unebenheiten der Fahrbahn aufnehmen muss und dabei eine um etwa 43 % reduzierte Masse aufweist. Durch die bei diesem Verfahren mögliche laminare Gießfüllung verfügt das als Motorenlager für schwere Reihenmotoren (Baureihe Daimler MBE4000) eingesetzte Druckgussteil über eine hohe Bruchzähigkeit und Schwingfestigkeit bei sehr hoher Dehnung und ist gut schweißbar.

K. Volker stellt in [47] ein gemeinsam von der Zollern Gießereitechnik GmbH & Co. KG, Sigmaringen, und der Alki-Technik GmbH, Ingolstadt, entwickeltes stark verripptes Feingussgehäuse aus einem Aluminiumwerkstoff für Drehmomentenschrauber vor (Bild 11). Die Konstruktion basiert auf zwei Halbschalen, die den

**ANZEIGE**  
**1/3**  
**54 x 297**  
**RUF**

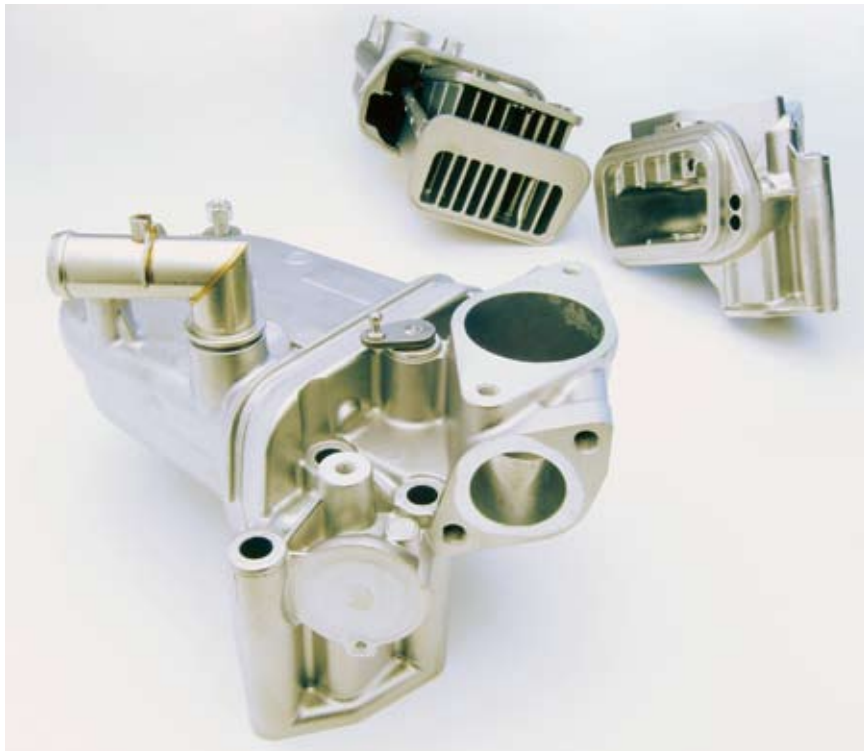


FOTO: PIERBURG

**Bild 12:** Der prämierte, aus vier Teilen bestehende Abgaskühler aus Aluminiumdruckguss



Antriebsmotor, die Regelelektronik und die Bedienelemente umfasst. In das Gehäuse sind die Lagersitze für den Antriebsmotor und die Kabelkanäle integriert. Die Kühlung des Motors wird durch eine Vielzahl von dünnen Rippen erreicht, die bis auf den Griffbereich fast die gesamte äußere Sichtfläche des Gehäuses bedecken.

M. Franken berichtet in [48], dass ein Abgaskühler der Pierburg GmbH, Nettetal, den ersten Platz beim Internationalen Druckgusswettbewerb 2008 bekommen hat. Der gegossene, aus vier Teilen bestehende Abgaskühler (**Bild 12**), hat ein Gewicht von 1,821 kg und wurde aus der bewährten Legierung EN AC-AL-Si10Mg hergestellt. Das modular zusammengesetzte Bauteil dient dazu, Abgas in einem PKW mit Dieselmotor zur Schadstoff- und zur CO<sub>2</sub>-Reduktion zu kühlen. Bei der Bewertung dieser im Druckgießverfahren gefertigten Teile wurde auch berücksichtigt, dass die Teile reibrührgeschweißt werden.

K. Eigenfeld stellt in [49] alle Preisträger des Internationalen Druckgusswettbewerbes 2008 vor, deren Gewinner neben innovativen und besonderen Gebrauchseigenschaften auch Kriterien der internationalen Wettbewerbsfähigkeit genügen mussten. Die Beteiligung war groß, was nicht verwundert, denn etwa 80 % der 2007 in Deutschland erzeugten Aluminiumgussteile wurden im Druckguss gefertigt. Entsprechend hoch waren auch die Anforderungen an die Preisträger.

Im Rahmen der Eröffnungsveranstaltung der Euroguss 2008 in Nürnberg wurden am 10. März 2008 die Gewinner des diesjährigen Zinkdruckgusswettbewerbs prämiert. In [50] werden die Sieger der Kategorien „Gussteile, die außergewöhnliche konstruktive und gießtechnische Lösungen für die Fertigung erfordern“ und „Innovationen und Umstellungen auf Zinkdruckguss“ detailliert vorgestellt (**Bild 13**).

Vorgelegt werden in [51] neue wirtschaftliche Gussteilkonstruktionen aus Gusseisen, Aluminium, Zink und Kupfer mit denen Gewichts- und Kosteneinsparungen sowie Funktionsintegrationen und Teilerduzierungen erzielt wurden.

In [52] wird berichtet, dass die Schuhe für eine Sähmaschine mit Luftdrillsystem von einer Stahlschweißkonstruktion auf die Fertigung aus Gusseisen mit Kugelgraphit umgestellt wurden. Einsparungseffekte erbrachten der Wegfall des hohen Aufwandes für das Zuschneiden der Stahlblechteile und des Aufwandes für die Schweißarbeiten. Die erreichte Kostenreduzierung lag bei dieser Werkstoff- und Verfahrensumstellung bei 40 %.

Jährlich wird in den USA vom Gießereiverband AFS und der Zeitschrift „Engineered Casting Solutions“ ein Wettbewerb um das fertigungstechnisch effektivste und wirtschaftlich ertragreichste Gussteil ausgeschrieben. In [53] werden der Sieger des Jahres 2008, ein Öltank für ein Harley-Davidson-Motorrad, und weitere ausgezeichnete Gussteile aus Guss-

eisen, Kupfer und Aluminium vorgestellt. Der Motorradöltank aus der Aluminiumgusslegierung EN AC-AISi7Mg0,3-T6 ersetzt ein Kunststoffteil. Ausschlaggebend für diese Preisverleihung waren die verbesserten sicherheitstechnischen Eigenschaften und der höhere Integrationsgrad. Zudem brilliert das Gussteil mit einer auffallend ästhetischen Gestaltung.

In [54] werden während des 12. Weltfeingusskongresses ausgezeichnete Feingussteile aus den USA, Canada und Deutschland in Text und Bild vorgestellt, die vor allem den Kriterien Leichtbau, Bearbeitungsreduzierung und Multifunktionsbauweise genügen.

In [55] wird berichtet, dass die US-amerikanische Feingießerei Aristo-Cast, in enger Zusammenarbeit mit einem Kunden eine Baugruppe aus sechs Einzelteilen, die bisher spanend gefertigt wurden, in ein Feingussteil bei einer Gewichtseinsparung von mehr als 50 % integriert hat. Bei diesem Feingussteil wird ein Gewinde mit Hilfe eines Kerns eingegossen.

Jedes Jahr zeichnet die North American Die Casting Association NADCA Druckgusskonstruktionen im Rahmen der „International Die Casting Design Competition“ aus, die sich durch innovative Lösungen, neue Anwendungsgebiete für Druckguss und Kostensenkungspotentiale hervorragen haben. Die Preisträger unterteilen sich in die Werkstoffkategorien Aluminium, Zink und Magnesium, Größenklassen und Gießverfahren. Die Vorstellung der Preisträger 2008 in [56] umfasst je-

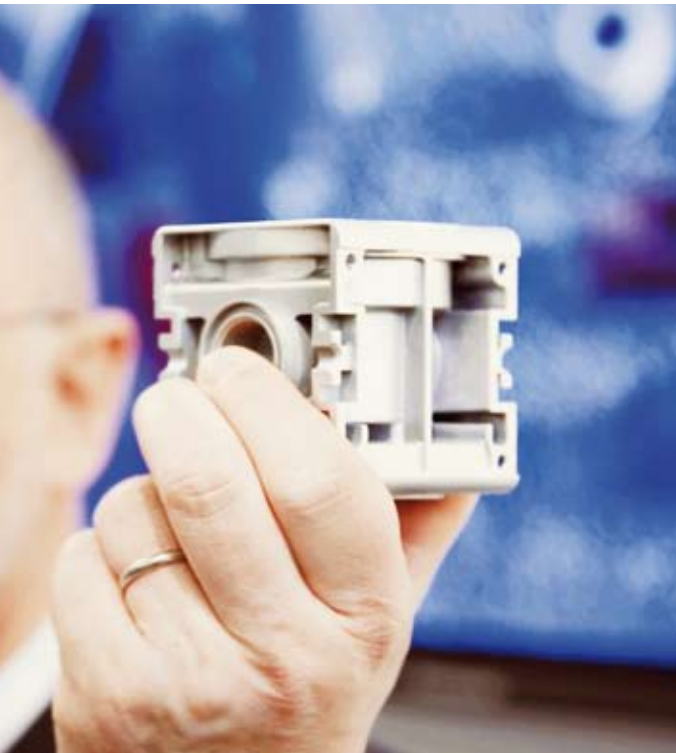


FOTO: INITIATIVE ZINK

**Bild 13:** Die beiden Sieger des Zinkdruckgusswettbewerbes, links: Bauteil für pneumatische Wartungseinheit, bei der das Stanzen und Räumen in den Gießzyklus integriert wurde; rechts: 2/3-teiliges Flügelteil eines Haustürbandsystems für Aluminiumtüren

weils eine Abbildung des Bauteils mit einer kurzen Beschreibung des Fertigungsverfahrens und Herstellers sowie den Besonderheiten des Entwurfes.

#### Literatur

- [1] *Giesserei-Erfahrungsaustausch* 52 (2008) Nr. 9, S. 14-17.  
 [2] *Gießerei-Praxis* 59 (2008) Nr. 11, S. 380-384.  
 [3] *Zylinderlaufbahn, Kolben, Pleuel, Innovative Systeme im Vergleich. VDI-Berichte Nr. 1994, VDI-Verlag, Düsseldorf* 2008.  
 [4] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 11, S. 72-77.  
 [5] *Engineered Casting Solution* 10 (2008) Nr. 5, S. 43.  
 [6] *Engineered Casting Solution* 10 (2008) Nr. 3, S. 42.  
 [7] *konstruieren + giessen* 32 (2007) Nr. 3, S. 1-28.  
 [8] *Engineered Casting Solution* 10 (2008) Nr. 5, S. 46.  
 [9] *Feinguss. Herstellung, Eigenschaften, Anwendung. auch in: konstruieren + giessen* 33 (2008) Nr. 1, S. 1-49.  
 [10] *Hommes et Fonderie* (2008) Nr. 384, S. 51-55.  
 [11] *Foundry Management & Technology* 115 (2008) Nr. 1, S. 44-47.  
 [12] *Foundry Management & Technology* 116 (2008) Nr. 3, S. 26-27.  
 [13] *Modern Casting* 98 (2008) Nr. 1, S. 61.  
 [14] *Druckguss-Praxis* (2008) Nr. 2, S. 69-81.  
 [15] *konstruieren + giessen* 33 (2008) Nr. 3, S. 2-8.  
 [16] *Gusseisen mit Kugelgraphit. ZGV, Düsseldorf* 2007, auch in: *konstruieren + giessen* 32 (2007) Nr. 2, S. 1-100.  
 [17] *konstruieren + giessen* 32 (2007) Nr. 4, S. 18-19.  
 [18] *Giesserei* 94 (2007) Nr. 12, S. 30-35.  
 [19] *konstruieren + giessen* 33 (2008) Nr. 3, S. 22-23.  
 [20] *MM Maschinenmarkt* (2008) Nr. 15, S. 106-109.  
 [21] *konstruieren + giessen* 33 (2008) Nr. 3, S. 9-15.  
 [22] *Journal of Metallurgy and Materials Science* 49 (2007) Nr. 1, S. 1-38.  
 [23] *Stainless Steel World* (2008) Nr. 20, S. 61-67.  
 [24] *Hommes et Fonderie* (2007) Nr. 380, S. 11-12.  
 [25] *Foundry Trade Journal* 182 (2008) H. 2, Nr. 3652, S. 26-27.  
 [26] *konstruieren + giessen* 32 (2007) Nr. 4, S. 9-11.  
 [27] *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* 39 (2008) Nr. 10, S. 761-768.  
 [28] *Schriftreihe: Werkstoffe und werkstofftechnische Anwendungen Nr. 29, Chemnitz* 2008.  
 [29] *SMM Schweizer Maschinenmarkt* 109 (2008) Nr. 10, S. 174-178.  
 [30] *Automobiltechnische Zeitschrift - ATZ* 110 (2008) Nr. 10, S. 864-871.  
 [31] *konstruieren + giessen* 33 (2008) Nr. 3, S. 37-40.  
 [32] *konstruieren + giessen* 32 (2007) Nr. 3, S. 34-37.  
 [33] *konstruieren + giessen* 33 (2008) Nr. 3, S. 41-43.  
 [34] *konstruieren + giessen* 33 (2008) Nr. 4, S. 2-34.  
 [35] *Journal of Metallurgy and Materials Science* 49 (2007) Nr. 2, S. 97-122.  
 [36] *konstruieren + giessen* 33 (2008) Nr. 4, S. 35-37.  
 [37] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 4, S. 32-43.  
 [38] *konstruieren + giessen* 32 (2007) Nr. 4, S. 22.  
 [39] *Stahlbau* 77 (2008) Nr. 9, S. 639-646.  
 [40] *konstruieren + giessen* 32 (2007) Nr. 4, S. 23.  
 [41] *konstruieren + giessen* 32 (2007) Nr. 4, S. 24.  
 [42] *konstruieren + giessen* 33 (2008) Nr. 2, S. 1-26.  
 [43] *konstruieren + giessen* 33 (2008) Nr. 3, S. 28-34.  
 [44] *konstruieren + giessen* 33 (2008) Nr. 3, S. 35-36.  
 [45] *Foundry Management & Technology* 116 (2008) Nr. 9, S. 42.  
 [46] *Giesserei-Erfahrungsaustausch* 52 (2008) Nr. 9, S. 12-13.  
 [47] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 10, S. 86-87.  
 [48] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 7, S. 72-77.  
 [49] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 4, S. 64-69.  
 [50] *Giesserei* 95 (2008) Nr. 4, S. 70-73.  
 [51] *Engineered Casting Solution* 10 (2008) Nr. 5, S. 44-45.  
 [52] *Engineered Casting Solution* 10 (2008) Nr. 3, S. 47.  
 [53] *Modern Casting* 98 (2008) Nr. 5, S. 22-27.  
 [54] *Incast* 21 (2008) Nr. 11, S. 15-19.  
 [55] *Incast* 21 (2008) Nr. 6, S. 12.  
 [56] *Diecasting Engineer* 52 (2008) Nr. 4, S. 15-25.