

Ingenieur Werkstoffe

Werkstoffanwendung, Material- und Oberflächentechnologien, Nanotechnik
Organ der VDI-Gesellschaft Materials Engineering



Konkurrenzlos sicher, innovativ...



Innovative Komponentenentwicklung

VDI-GME: Werkstoffinnovationen im Fokus	S. 2
Potential der Massivumformung	S. 4
Cockpit-Tragstruktur aus Magnesiumguss	S. 8
Nanostrukturierte Funktionsschichten	S. 9
VDI-Richtlinie 3822: Schadensanalyse	S. 11

Wo es auf Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer ankommt, sind massivumgeformte Teile und Komponenten unentbehrlich. Ob Auto, ICE, Baumaschine, Flugzeug oder Ozeanriesen – ohne massivumgeformte Komponenten und Systeme fährt, rollt, fliegt oder schwimmt nichts.

Bild: Industrieverband Massivumformung

Festigkeit, Zuverlässigkeit und Flexibilität bei Hochbeanspruchung

Potential der Massivumformung

Ohne hochfeste, massivumgeformte Bauteile aus metallischen Werkstoffen sind der Entwicklungsstand und weitere Fortschritte im Fahrzeug-, Maschinen- und Anlagenbau undenkbar. Energietechnik sowie Mobilität sind dabei nur zwei der vielfältigen Anwendungsgebiete moderner massivumgeformter Bauteile. Auch in Zukunft wird es verstärkt zum Einsatz dieser Technologie kommen: Umweltaspekte sowie Material- und Energieeffizienz verlangen angepasste Entwicklungen.



Bild 1

Wälzgelagerte Nockenwelle. Nocken warmumformtechnisch realisiert aus 100 Cr6, Endstücke warm oder warm-kalt umgeformt.

Bild: Neumayer Tekfor

Mit den Verfahren der Massivumformung (Warm-, Halbwarm- und Kaltmassivumformung) sowie vielfältigen Prozesstechniken werden derzeit rund zwei Milliarden Bauteile in Deutschland im Jahr gefertigt. Die 250 deutschen, überwiegend mittelständischen Unternehmen der Massivumformung sind traditionell gut aufgestellt. Sie sehen sich auf ihrem Gebiet als Technologieführer in fast allen Produktbereichen, die auf Hochtechnologien basieren. Sie sind in vielen Fällen nicht nur Bauteillieferanten, sondern auf dem Weg zum Full-Service-Supplier mit früher Einbindung in den Entstehungsprozess, einer modernen Prozesskette und gezielter Werkstoff-For-

schung für zukünftige Hochleistungsbauteile.

Die notwendige Reduzierung der Massen und des Kraftstoffverbrauchs von Fahrzeugen, die Eindämmung des CO₂-Ausstoßes, stofflicher und konstruktiver Leichtbau, Energie- und Materialeffizienz in allen Sektoren des Maschinen-, Apparate- und Anlagenbaus, der Verkehrstechnik und der Energietechnik sind die Technologietreiber für einen verstärkten Einsatz massivumgeformter Bauteile. Um die flexible Entwicklung und den Einsatz oftmals komplexer und herstellungstechnisch anspruchsvoller Bauteile zu ermöglichen, setzt die Branche auf ständige Innovationen bei Werkstoffen und Herstellprozessen sowie auf modernste Computertechnologie und Simulationssoftware für die gesamte Wertschöpfungskette ausgehend von den Kundenanforderungen bis zum Einsatz des Bauteils im System.

Formen- und Anwendungsvielfalt

Die Formenvielfalt der durch Massivumformung herstellbaren Werkstücke reicht zum Beispiel

im Automobilbau von einfachen rotationssymmetrischen Wellen oder Zahnradrohlingen bis zu komplexen Geometrien wie Achsschenkeln, Schwenklagern, Kipphebeln, Stößelstangen, Ein- und Auslassventilen, Pleueln, Kurbel-, Ausgleichs- und Nockenwellen, Zahnradern und Getriebe-Hohlwellen.

Das Entwicklungs- und Fertigungs-Know-how der Massivumformung gewährleistet heute die Funktion von Automobilen sowohl im Motorbereich, im Getriebe und im Fahrwerk. Ebenso erfüllen in Nutzfahrzeugen zahlreiche massivumgeformte Bauteile bei hoher Beanspruchung ihre Funktion. Das gilt für Motoren wie für die Fahrwerke, und auch vom Antriebsstrang und Getriebe bis zu Außenbauten sind zahlreiche massivumgeformte Bauteile zu finden. In schweren Baumaschinen trotzten Massivumformbauteile dauerhaft höchsten Belastungen. Für Schiffs- und stationäre Motoren werden Massivumformteile mit absoluter Betriebssicherheit benötigt. Bei Schienenfahrzeugen sind Motor- und Antriebskomponenten sowie Sicherheitsteile im Fahrwerk

massiv umgeformt. Für den Flugzeugbau werden vor allem dynamisch und thermisch hochbelastete Triebwerksteile wie Wellen, die hochpräzisen Turbinenschaukeln und Fahrwerksteile aus Stahl, Aluminium und Titan geschmiedet.

Perspektiven in der Energietechnik

Dampfturbinen in herkömmlichen Kraftwerken laufen mit geschmiedeten Wellen und Turbinenschaukeln aus hochwarmfesten Werkstoffen. Mit der stetigen Entwicklung der Offshore-Windparks und der Leistungssteigerung der Anlagen wachsen die Beanspruchungen. Ohne die moderne Massivumformung ist der zuverlässige und über viele Jahre effiziente Betrieb von Windkraftanlagen nicht zu gewährleisten. An zahlreichen Stellen sind massivumgeformte Elemente zu finden, so schwere nahtlos gewalzte Ringe aus gut schweißbarem Stahl als Verbindungs-Bauteile der rohrförmigen Turmabschnitte. Dies ist auch der Fall bei den Rotorbefestigungen, im Verbindungselement vom Maschinen-

Kontakt

Dorothea Bachmann Osenberg
Infostelle Industrieverband
Massivumformung e. V.
Goldene Pforte 1
D-58093 Hagen
Tel. +49 2331 958830
osenberg@metalfarm.de
www.metalfarm.de

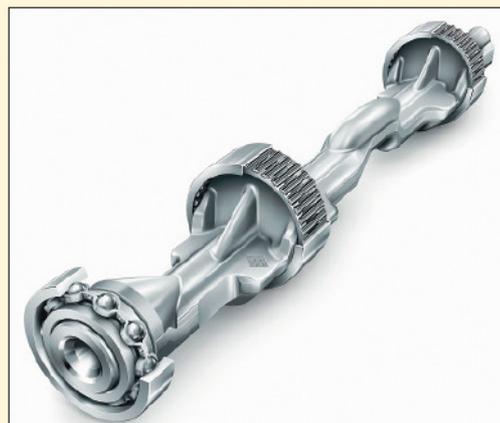


Bild 2

Optimierte wälzgelagerte massivumgeformte Ausgleichswelle: Stahl statt Guss ermöglicht die Funktionsintegration.

Bild: Stahl-Informations-Zentrum

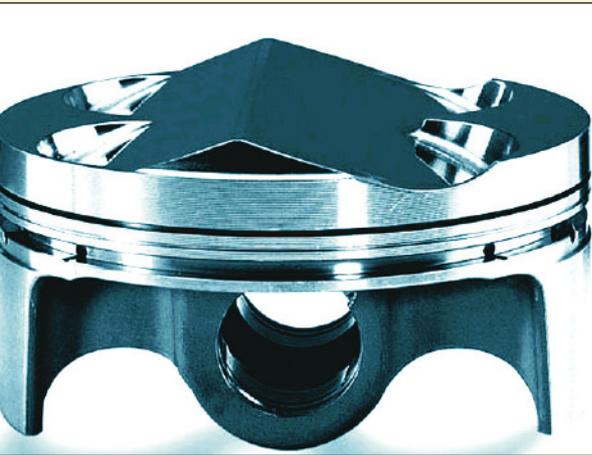


Bild 3
Geschmiedeter Kolben aus sprühkompaktiertem MDS20 (AlMg17Si8Cu2).
Bild: Mahle GmbH



Bild 4
Fließgepresste Ventile aus Dispal S250 (AlSi20Fe5Ni2).
Bild: Mahle GmbH

haus zum Turm, einem Großwälzlager, das gleichzeitig die Azimut-Verstellung ermöglicht. Im Antriebsbereich der Windenergieanlage sind es überwiegend geschmiedete Bauteile, die den mechanischen Belastungen standhalten. Bei der Verstellmechanik der Rotorflügel kommen gesenkgeschmiedete Getriebeteile zum Einsatz, und die Drehbewegung des Rotors wird über die Antriebswelle, ein Freiformschmiedeteil, in das Maschinenhaus geleitet. Die bei Anlagen mit höher drehenden Asynchrongeneratoren erforderliche Übersetzung übernimmt ein Planetengetriebe, das sich ebenfalls aus geschmiedeten Teilen aufbaut.

Werkstoffe als Schlüssel zu Innovationen

Neben der optimalen Gestaltung und den optimierten Herstellprozessschritten massivumgeformter Bauteile liegt der Schlüssel zur Bauteilrealisierung

bei den Werkstoffen. Den traditionell eingesetzten Vergütungsstählen folgen vermehrt AFP-Stähle (ausscheidungsgehärtete ferritisch-perlitische Stähle), die inzwischen einen hohen Entwicklungsstand und eine vereinfachte Prozesskette gegenüber dem Vergütungsstahl aufweisen. Vielversprechend sind Werkstoffe mit bainitischem Gefüge, da hierbei gute Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften ohne die Notwendigkeit einer zusätzlichen Wärmebehandlung vereint werden. Die Prozesskette lässt sich somit kostengünstig gestalten.

Eine zentrale Aufgabe des Industrieverbands Massivumformung e.V. mit Sitz in Hagen, dem 120 Unternehmen angehören, ist die Organisation der überbetrieblichen Zusammenarbeit der meist mittelständischen Unternehmen. Zu dem Selbstverständnis dieser Firmen als Problemlöser für ihre Kunden gehört nicht nur das Simultaneous Engineering, das gemeinsame Entwickeln von Bau-

teilen und Komponenten durch Auftraggeber und Zulieferer. Weil sie auf Innovationen setzen, gehören zu den Kernaufgaben der Verbandsarbeit die Forschung und Entwicklung sowie die Nachwuchsförderung. In beiden Bereichen initiiert und organisiert der Verband zahlreiche Projekte in Abstimmung mit seinen Mitgliedsfirmen.

So arbeitet der Industrieverband bundesweit mit einem weiten Netzwerk von Forschungsinstituten auf dem Sektor der Material- und Produktionsforschung zusammen. Ein Beispiel ist das Gemeinschaftsforschungsprojekt „Effiziente Prozessketten und neue hochfeste Stähle zur flexiblen Darstellung hoch beanspruchter Strukturbauteile“, das vom Industrieverband Massivumformung e.V. (IMU) zusammen mit dem VDEh (Verein Deutscher Eisenhüttenleute) organisiert wird. Es soll ein Legierungskonzept entwickelt werden, das eine Streckgrenze > 850 MPa, eine

Zugfestigkeit > 1200 MPa, eine Bruchdehnung > 10 % sowie eine Raumtemperaturzähigkeit > 27 J aufweist. Erwartet werden nicht nur das Legierungskonzept sondern auch eine neue Prozesskette sowie eine neue numerische Methode, mit deren Hilfe hochfeste und duktile bainitische Gefüge im Massivumformbauteil eingestellt werden können. In früheren Untersuchungen wurde bereits festgestellt, dass Schmiedestähle mit bainitischem Gefügebestandteilen in fast allen Fällen entgegen der vorherrschenden Meinung ohne wesentliche Standzeitverluste zerspannt werden können, wodurch sich auch erhebliche Kostenvorteile ergeben.

Auf dem Weg in neue Märkte

Eine Nutzung des TRIP-Effekts (TRansformation Induced Plasticity) für Schmiedestähle zur Verbesserung des Werkstoffverhaltens bei zyklischer oder dynamischer



Bild 5

Einbaufertiger Lamellenträger mit Schaft und Innenverzahnung. Herstellstufen: halbwarm geschmiedetes Basisbauteil, kaltverformt eingebrachte Verzahnung, Zerspanung. Bild: Hirschvogel



Bild 6

IHF-Gelenk: Durch die Kombination von umformtechnisch hergestellten Bauteilen mit Blech ist eine neue Generation von Leichtbaugelenken entstanden. Bild: Neumayer Tekfor



Bild 7

Gangräder mit einbaufertig präzisionsgeschmiedeten hinterstellten Kupplungsverzahnungen. Quelle: Infostelle Industrieverband Massivumformung, Schmiede-Journal 09 2008.



Bild 8

Aluminium-Radträger für ein Mittelklasse-Volumenmodell.
Bild: Hirschvogel



Bild 9

Gesenkgeschmiedeter Lagerbock aus S355 J2 G3 (ST 52-3), 300 g, in einem Pkw-Heckklappenscharnier mit separater Scheibenöffnung und Aufnahme für Scheiben- und Klappenhebel. Substitution einer Blech-Schweiß-Konstruktion.
Bild: Jung, Boucke

Beanspruchung wurde bislang nicht angestrebt, jedoch soll dieses Potential künftig auch erschlossen werden. Ziel ist die Entwicklung und Optimierung von neuen Schmiedestählen, die sich gegen-

über konventionellen Schmiedestählen und ADI-Gusswerkstoffen durch verbessertes Verhalten bei Crash- und variabler Betriebsbeanspruchung auszeichnen und somit prädestiniert für den Einsatz im Automobilbereich sind.

neue Märkte, auch über den Automotive-Bereich hinaus.

Durch entsprechende Umformverfahren können Bauteile optimal an ihren späteren Einsatzzweck angepasst werden. Die überragenden Eigenschaften der Massivumformteile hinsichtlich Festigkeit, Zuverlässigkeit und Flexibilität bei Hochbeanspruchung prädestinieren sie für anspruchsvolle Aufgabenstellungen. Der beanspruchungsgerechte Faserverlauf, die absolute Porenfreiheit im Vergleich zu Gusswerkstoffen sowie das durch Umformung und dynamische oder statische Rekristallisation feinkörnige Gefüge garantieren, dass die umformtechnisch verarbeiteten Werkstoffe höchste Belastungen mit großer Sicherheit ertragen.

Am Projektende soll ein „TRIP-Schmiedestahl“ zur Verfügung stehen, dessen Legierungskonzept sowie seine zyklischen und dynamischen Kennwerte für Automotive-Anwendungen genauestens definiert sind. Dies festigt die Schmiedeindustrie im Wettbewerb mit anderen Werkstoffen, während für den Bereich der Verfahrenstechnik innovative Prozesse zur Herstellung der Bauteile Impulse für eine neu zu konzipierende Anlagentechnik liefern können. Gleichzeitig eröffnen sich damit

Industrieverband Massivumformung

Der Industrieverband Massiv e.V. in Hagen vertritt die Interessen der Massivumformung in Deutschland. Ihm gehören 120 Unternehmen an, die den Branchenverband als Dienstleistungs- und Informationszentrum nutzen. Eine zentrale Aufgabe ist die Organisation der überbetrieblichen Zusammenarbeit der meist mittelständischen Mitgliedsfirmen. Als wichtige Zulieferer für Branchen wie Fahrzeug- und Maschinenbau, Energie- und Anlagentechnik bieten sie als Hightech-Unternehmen kurze Entwicklungszeiten, Problemlösungen auf hohem Niveau und damit technisch und wirtschaftlich optimierte Bauteile. Der Industrieverband Massivumformung nutzt vielfältige Kooperationen und Netzwerke in Industrie und Forschung. Er arbeitet bundesweit mit Hochschulinstituten mit unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten zusammen und vergibt zudem jährlich mehrere Stipendien und Preise. Jedes Jahr organisiert der Verband unter anderem auch die Teilnahme an der Hannover-Messe. 2010 werden sich an dem großen Branchenstand 28 Mitgliedsunternehmen beteiligen.

Weitere Informationen: www.metalform.de

25. Aachener Stahl Kolloquium Umformtechnik

Unter dem Motto „Globale Herausforderungen: Neue Märkte für die Umformtechnik“ findet im Aachener Eurogress am 11. und 12. März 2010 das 25. ASK Umformtechnik statt. Die Jubiläumsveranstaltung wird realisiert vom Institut für Bildsamer Formgebung in Zusammenarbeit mit dem Institut für Eisenhüttenkunde der RWTH Aachen.

Als fester Bestandteil fast aller Prozessketten zur Verarbeitung von Metallen kann die Umformtechnik seit jeher wertvolle Beiträge zur Lösung aktueller globaler Herausforderungen leisten. Das 25. Aachener Stahl Kolloquium Umformtechnik bietet Entscheidungsträgern und Fachleuten aus der Umformtechnik und ihrer Anwendung im Maschinen- und Anlagenbau, in der Energietechnik und in der Verkehrstechnik einen tiefen Einblick in die neusten Entwicklungen rund um die Umformung von Stählen und Leichtmetallen.

Moderne Energietechnik und maritime Technologien erfordern immer größere Bauteile in höchster Qualität. Dabei werden zunehmend hoch warmfeste und schwer umformbare Werkstoffe sowie Verbundbauteile zum Einsatz kommen, die zum Beispiel durch Freiformschmieden, Ringwalzen oder Längswalzen zu möglichst endabmessungsnahen Großbauteilen verarbeitet werden müssen. Deren wirtschaftliche Herstellung erfordert neue Anlagenkonzepte und eine detaillierte virtuelle

Prozessplanung. In der Luftfahrt und in der Architektur werden sehr große Bauteile in kleiner Stückzahl benötigt. Leichtbau erfordert hier oft flächige (Blech-)Strukturen, bei denen mikrostrukturierte Oberflächen wesentlich zur Funktion beitragen können. Lösungsansätze bieten unter anderem die inkrementelle CNC-gesteuerte Blechumformung und die umformtechnische Herstellung feiner Riblets zur Reduktion des Strömungswiderstands, beispielsweise bei Flugzeugen und Pipelines. In der Fahrzeugtechnik bieten neue maßgeschneiderte Halbzeuge, neue hybride Prozesse und neue Werkstoffe nach wie vor Potentiale zur Gewichtseinsparung. So ermöglichen innovative Verfahren zur Herstellung belastungsoptimierter Profile oder die prozessintegrierte

Herstellung von Verbundbauteilen aus Metall und Kunststoff neue Konstruktionsprinzipien.

Die aus dem globalen Wettbewerb erwachsenden Herausforderungen für die Produktionstechnik in Hochlohnländern betreffen auch die Umformtechnik. Eine durchgängige Prozess- und Werkstoffsimulation unter Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Prozess, Werkzeug und Maschine ist ein Baustein, der heute dazu beiträgt, den Technologievorsprung zu sichern.

Informationen, Anmeldung und Programm: ask@ibf.rwth-aachen.de, www.ibf.rwth-aachen.de

25. ASK Umformtechnik
11. und 12. März 2010