Auf dem Weg zum Full-Service-Supplier und Innovationslieferanten

Massivumformung im Wandel

Die Technologie und Branche der Massivumformung wandelt sich so, wie sich die technischen und organisatorischen Anforderungen der Kunden wandeln. Dabei sind viele der Unternehmen der Massivumformung längst auf dem Weg vom reinen Bauteillieferanten zum Full-Service-Supplier mit früher Einbindung in den Entstehungsprozess, einer modernen Prozesskette und gezielter Werkstoff-Forschung für zukünftige Hochleistungsbauteile. Dieser Trend lässt sich deutlich am Beispiel des Automobilbaus, der Hauptabnehmerbranche der Massivumformung, belegen.

Ohne hochfeste, massivumgeformte Bauteile aus metallischen Werkstoffen sind der Entwicklungsstand und weitere Fortschritte im Fahrzeug-, Maschinen- und Anlagenbau undenkbar. Im Automobilbau nehmen massivumgeformte Komponenten eine Schlüsselrolle ein. In zahlreichen Funktionen sind sie unentbehrlich oder tragen im Vergleich zu Bauteilen, die mit Konkurrenzverfahren hergestellt werden, zu einer wesentlichen Leistungssteigerung bei.

In der industriellen Praxis unterteilt sich die Massivumformung in die Warm-, Halbwarmund Kaltumformung. Jedes der verschiedenen Umformverfahren hat spezifische Eigenschaften. Da die Präzisionsumformung von Stahl insbesondere für Fahrzeugsektor immer wichtiger wird, sind die Weiterentwicklung der Herstellverfahren sowie ihre Kombinationen von größter Bedeutung. Insbesondere durch den kombinierten Einsatz verschiedener Umformverfahren lassen sich die jeweiligen Technologiepotenziale nutzen. Eine weitere Entwicklung der Stahlmassivumformung deutet sich aktuell an: Die Umforming in einem Temperaturbereich zwischen Raumtemperatur und der heutigen (industriellen) Halbwarmumformtemperatur. Während für austenitische rostfreie Edelstähle dieser Temperaturbereich schon genutzt wird, ist er für niedrig legierte Baustähle industriell gerade erst entdeckt worden

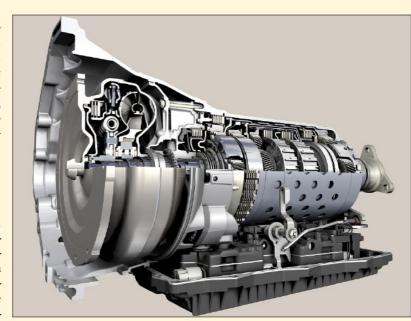
Unabhängig von den unter- Warm-, Halbwarm- ur schiedlichen Verfahren: Die er- umformung bei extren folgreiche Umformtechnik ver- Qualitätsanforderungen.

eint die Kompetenz der Bauteilgestaltung, der werkstofflichen Durchdringung des jeweiligen Verfahrens im Hinblick auf die Anforderungen der Endbearbeitung und der Bauteilanwendung sowie die wirtschaftliche Umsetzung in die industrielle Fertigungspraxis.

Einfluss der Automobiltechnik

Im Automobilbau spielen die Anforderungen der Umweltbedingungen und die Forderung nach kleinen und leichten Fahrzeugen bis hin zum Elektroantrieb eine entscheidende Optimierte Verbrennungsmotoren haben einen geringeren Hubraum, werden zunehmend aufgeladen und mit höherer Leistungsdichte ausgelegt. Die Kurbelwellengröße verschiebt sich nach unten, der Pleuelbedarf wird geringer. Die Kolbenbeanspruchung erfordert neue Lösungen, zum Beispiel Stahlkolben, neue Bauteile wie Ausgleichswellen und Exzenterwellen für die Ventiladaption. Die Entwicklung hochbelastbarer Bauteile für die Hochdruckdieseleinspritzung sind der aktuelle Trend (Bild 1)

Die werkstofflichen Anforderungen an die Massivumformung zeigen ebenfalls steigende Tendenz, mit Auswirkungen auf weitere Komponenten im Motor und Antriebsstrang. Die Herausforderung liegt in der Größtserienfertigung von Formteilen mittels Warm-, Halbwarm- und Kaltumformung bei extrem hohen Oualitätsanforderungen.



Moderner Automobilbau: 8-Gang-Automatgetriebe von ZF, ausgelegt auf Vielseitigkeit: Der ZF-Getriebebaukasten deckt einen breiten Drehmomentbereich von 300 bis 1000 Nm ab. Das Basisgetriebe kann an verschiedene Anforderungen – etwa Hybrid- oder Allrad-Anwendungen – angepasst werden. Bild: ZF

Getriebe: Neue Herausforderungen

Schmiedestücke sind Kern-Bauteile im nahezu gesamten Produktspektrum der Antriebs- und Fahrwerkstechnik. Der Bedarf an Schmiedeteilen wird sich mit dem Trend zu E-Fahrzeugen zwar volumenmāßig ändern, aber auch bei diesen Aggregaten sind Schmiedeteile, von der Welle bis zu Getriebekomponenten unerlässlich Ferner führt die weltweit erheblich wachsende Fahrzeugproduktion nach wie vor zu einem großen Bedarf an Schmiedekomponenten, wenn auch zum Teil in Form von leichteren und komplexeren Teilen

Die Getriebeentwickler stehen vor ganz neuen Herausfor-

derungen: Getriebe werden noch enger gestuft (Beispiele sind 8- und 9-Gang-Getriebe), die die Antriebsstrangkomponensam- ten müssen noch leichter wer-Au- den und entsprechende Anfor-

Info

Der Beitrag basiert auf Vorträgen von Dr. Manfred Hirschvogel und Dr.-Ing. Hans-Willi Raedt, Hirschvogel Automotive Group.

Weitere Informationen:

Dorothea Bachmann Osenberg
Industrieverband Massivumformung
Goldene Pforte 1
D-58093 Hagen
Tel. +49 2331 9588-30
osenberg@metalform.de
www.metalform.de

Konstruktion April 4-2011

Massivumformung



Motorkomponenten für die Einspritztechnik: Common-Rails, Injektoren, Bauteile für die Hochdruckpumpen, Komponenten für das (auslaufende) Pumpe-Düse-System, Kurbelwelle, Pleuel.

Quellen: Bosch, ThyssenKrupp Gerlach, Mahle Brockhaus, Hirschvogel

derungen entstehen durch die Antriebstrang und Zunahme des Allradantriebs. Die Konsequenzen für die Massivumformung sind zusätzliche Wertschöpfung durch aufwän- Getriebe führt bei den hinterraddigere Teile sowie zusätzliche getriebenen Fahrzeugen über die Komponenten durch Verteiler- Kardanwelle in das Hinterachsgegetriebe.

logie der Schaltgetriebe benö- Kardanwelle ist traditionell ein tigt aus der Massivumformung System mit hohem Anteil an Umvor allem zwei Bauteilfamilien: formteilen. Im Hinterachsgetrie-Gangräder und Wellen. Ge- be werden seit den 70er Jahren die triebewellen wurden traditio- Autriebsritzel kaltgepresst, wobei nell liegend im Gesenk ge- in den letzten Jahren auch die schmiedet oder als Mehrfach- Halbwarmumformung zum Einwarmstauchteil gefertigt. Mit satz kam. Tellerräder werden der Entwicklung der Kaltmas- überwiegend ringgewalzt oder gesivumformung wie auch von schmiedet. Die Ausgleichskegel-Anlagen in ausreichender Größe räder werden dagegen heute fast (Presskräfte und Hublänge) stellte sich die Kaltumformung und einbaufertiger Verzahnung als überlegenes Verfahren hinsightlich Werkstoffausnutzung und Minimierung der nachfolgenden zerspanenden Bearbeitung heraus.

Die neuen Doppelkupplungs-getriebe und hybridisierten Antriebe führen zu weiteren interessanten Bauteilen: Prinzipbedingt (Ineinanderschachtelung zweier Teilgetriebe) werden hier hohle Wellen benötigt. Auch zur Einsparung von Vormaterial und Masse am fertigen Bauteil wird die umformende Herstellung von hohlen Wellen in Zukunft weiter in den Vordergrund rücken

Fahrwerk

Der Antriebsstrang nach dem triebe und von dort über die Halb-Die lang erprobte Techno- wellen hin zu den Radnaben. Die ausnahmslos mit geschmiedeter hergestellt. Im Abtrieb vom Achs-

Verbesserungen der Systeme zu neuen Anforderungen an die Massivumformung.

Der höhere Fahrkomfort verlangte auch bei den Hinterradtrieblern Gelenkwellen. Der zusātzliche Trend zum Frontantrieb brachte noch höhere Anforderungen: Halbwellen mit großen Biegewinkel- und Verschiebepotentialen, die nur durch verschiedene Gleichlaufgelenkkonstruktionen erfüllt werden konnten. Die Halbwarmumformung mit nachfolgendem Kaltkalibrieren hat diese Bauteile erobert. Damit werden Prāzisionsteile produziert, die in komplizierten Innengeometrie Near-net- oder Net-shape-Qualität aufweisen und fertig für das Induktionshärten umgeformt ausgeliefert werden.

Auch das Fahrwerk muss getriebe führten technologische noch leichter werden (Bild 2), vermehrten Einsatz von massiv-

Der geschmiedete Stahl ist hier auf dem Rückzug, gleichzeitig geht der Trend zum Aluminiumstrukturbauteil: Mit steigender Fahrzeugklasse nimmt der Anteil geschmiedeten Aluminiums im Fahrwerk zu. Geschmie-Aluminiumkomponenten sind in der Eigenschaftskombination aus hoher Festigkeit bei hoher Zähigkeit gegossenen Aluminiumwerkstoffen weit überlegen.

Downsizing und Effizienzverbesserung

Die Steigerung der Ressourceneffizienz kann in großem Maße durch ein Downsizing der Systeme erzielt werden. Neben di-Wirkungsgradverbesserungen - zum Beispiel Venninderung der Reibverluste im Motor durch die Verwendung von weniger Zylindern oder der Ersatz von Gleitlagern durch Wälzlager für Ausgleichswellen, wodurch diese auch von der Guss-zur Schmiedetechnik migrieren (Bild 3) - können sekundäre Effekte genutzt werden: Ein leichterer Motor führt zu einem leichteren Fahrwerk; dies spart Gewicht und erfordert wiederum eine geringere Antriebsleistung. Da aber die Dynamik des Fahrzeugs immer noch als wichtiges Verkaufsargument. gesehen wird, wird von modernen Systemen die gleiche Leistungsfähigkeit erwartet.

Somit führt der Downsizing-Trend zu einer Erhöhung der Leistungsdichte. Dies erhöht zwangsläufig die Belastungen der eingesetzten Bauteile und Werkstoffe. Auch dieser Trend wird zu einem





Radträger, Eisen-Gussteil (links), und Nachfolgeteil geschmiedeter Aluminium-Radträger (rechts). Eine geänderte Achskonstruktion und die Verwendung von Aluminium spart 3,6 kg je Hinterachse ein. Quelle: Daimler, Hirschrogel

IW 10

umgeformten Komponenten füh-

Fertigungsphilosophie der Systemhersteller

In den letzten Jahren bis Jahrzehnten ist bei den deutschen und europäischen OEMs und Systemlieferanten eine Verringerung der Fertigungstiefe zu beobachten. Die Massivumformbranche reagierte darauf mit dem Aufbau von Bearbeitungskompetenz. Inzwischen sind einige Zulieferer auch in der Lage, hochkomplexe bearbeitende Prozessketten auszuführen. Damit liegt die effizienzbestimmende Schnittstelle zwischen Umformteil und Bearbeitung wieder in einer Hand.

Im Lauf der Zeit hat sich auch die Charakteristik der Zusammenarbeit bei der Entwicklung von massivumgeformten Komponenten gewandelt. Mit steigender Bauteilkomplexität und mit Weiterentwicklung der verschiedenen Massivumformverfahren erwies es sich als notwendig, zu-





Links: Wälzgelagerte Ausgleichswelle (Schmiede- und Fertigteil) zum Ausgleich der Vibrationen des Kurbeltriebs. Rechts: Exzenterwelle (Schmiede- und Fertigteil). Neue Produktfamilie für den Ventiltrieb. Die benötigten Eigenschaften Festigkeit, Zähigkeit, Nitrierbarkeit, Schneckenzahn- und Wälzkontakt bedingen das Schmiedeteil. Quelle: Hirschvoael

Bauteilgestaltung zum Zulieferer.

punkten und Bauteillasten kon- dauerprüfständen ausgestattet, raus Potentiale.

mindest Details der Ausführung struiert und berechnet der um die Entwicklungszyklen technischen Restriktionen oder tes Bauteil. In intensiver SE- können. Möglichkeiten zu optimieren. Der Arbeit wird dann die Entwicknächste logische Schritt war die lung bis zur Serienreife durch- debranche den wandelnden An-Verlagerung auch der initialen geführt. Die ersten schmie- forderungen des Markts und ihrer denden Zulieferer haben sich Kunden und generiert in partner-Auf Basis von Anbindungs- hier sogar schon mit Lebens- schaftlicher Zusammenarbeit da-

im Hinblick auf die schmiede- Zulieferer ein schmiedegerech- noch weiter verkürzen zu

Damit stellt sich die Schmie-

Keramik als Alternative zu Stahl und Eisen

Hochtemperatur-Anwendungen gelten zwar als bevorzugtes Einsatzgebiet für keramische Werkstoffe. Als Alternative zu Stahl und Eisen aber wecken insbesondere Oxidkeramiken zunehmend auch das Interesse der Konstrukteure im allgemeinen Maschinen- und Anlagenbau.

Mit dem Niederdruck-Spritzgießen und der mechanischen Bearbeitung stellt das Werkstoffzentrum Rheinbach auf der Hannover Messe 2011 zwei Wege zur wirtschaftlichen Herstellung von Kleinserien-Bauteilen aus Keramik vor. Zu Beginn waren es eher dekorative Produkte, die das WZR aus Oxidkeramiken fertigte. Inzwischen sind es jedoch in wachsendem Maß hoch belastbare Präzisionsbauteile für den Einsatz in Maschinen- und Anlagenbau. "Es findet offenbar ein Umdenken statt in den Köpfen vieler Konstrukteure. Während sie früher fast ausnahmslos auf Stahl- und Eisenwerkstoffe fixiert waren, suchen sie heute vermehrt nach Alternativen im Bereich der Technischen Keramiken", berichtet Prof. Dr. W. Kollenberg, der Finnenchef des WZR. Dabei ist es längst nicht mehr nur die extreme Temperaturbeständigkeit, die Konstrukteure und Entwicklungsingenieure nach einem Keramik-Werkstoff suchen lässt. Im Gegensatz zu Stahl sind Oxidkeramiken – beispielsweise Zirconium- oder Aluminiumoxid – nicht leitend, nicht magnetisch und nicht rostend. Dazu kommt eine Eigenschaft, die vor allem für Anwendungen in Messtechnik, Steuerungstechnik oder Elektrotechnik von Bedeutung ist: Keramik-Werkstoffe sind unempfindlich gegenüber einer induktiven Kopplung. Zu den weiteren grundsätzlichen Vorteilen der Oxidkeramiken gehört eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen chemische und mechanische Einflüsse. Zur Herstellung von Serienprodukten aus Aluminium- und Zirconi-

Zweiteiliges Bauteil, hergestellt in einer Verfahrenskombination aus LPIM und mechananischer Bearbeitung. Bildt: WZR

umoxid für den Maschinen- und Anlagenbau setzt das WZR den Niederdruck-Spritzguss (Low Pressure Injection Moulding/ LPIM) und die mechanische Hartbearbeitung ein. "Beide Formgebungsverfahren eignen sich zur wirtschaftlichen Produktion keramischer Einbauteile in kleinen und mittleren Serien", sagt Kollenberg. Je nach Anforderung fertigt das WZR damit auch Bauteile aus speziellen Oxidmischungen und Glaskeramik. Die Werkstücke erreichen eine große Detailtreue und hohe Oberflächenqualität. Produktbeispiele und Verfahren stellt. das Unternehmen in Halle 2 (Stand D 39) vor.

Beim Niederdruck-Spritzguss wird eine niedrig schmelzende Wachs-Keramik-Suspension von circa 80 °C wird in eine Silikonform gegossen. Das kostengünstige Formgebungsverfahren ist vergleichsweise schnell und erreicht Toleranzen von bis zu 0,1 mm.

Werkstoffzentrum Rheinbach GmbH, D-53359 Rheinbach Tel. +49 2226 1698-10, www.werkstoffzentrum.de

IW 11 Konstruktion April 4-2011