

INNOVATIONSMOTOR MASSIVUMFORMUNG

Eine Anzeigen-
Sonderveröffentlichung der
Infostelle Industrieverband
Massivumformung e.V. in
Kooperation mit **ATZ**



*Wir bringen Sie ans Ziel.
Massivumformung in Deutschland*

**Forschung,
Entwicklung,
Produktion,
Massivumformung
in Deutschland**

**Technische
Höchstleistung.**

**Foranbauartung
Für Hochwert**



MASSIVUMFORMUNG: LEICHTBAU, EFFIZIENZ, NACHHALTIGKEIT

Ohne hochfeste, massivumgeformte Bauteile aus metallischen Werkstoffen sind der Entwicklungsstand und weitere Fortschritte im Fahrzeugbau undenkbar. In Zukunft wird es verstärkt zum Einsatz dieser Technologie kommen. Der Einsatz moderner Kommunikations- und Informationstechniken bietet Möglichkeiten zu weiteren Produkt- und Prozessinnovationen. In verstärktem Maße verstehen sich die Massivumformer zudem als Full-Service-Supplier: Das Erfolgsrezept für ein optimales Produkt ist ihre frühe, aktive Einbindung in den Entwicklungsprozess.

FORMENVIELFALT UND NEUE ANFORDERUNGEN

Die notwendige Reduzierung der Massen und des Kraftstoffverbrauchs von Fahrzeugen, die Eindämmung des CO₂-Ausstoßes, stofflicher und konstruktiver Leichtbau, Energie- und Materialeffizienz sind die Technologietreiber für einen verstärkten Einsatz massivumgeformter Bauteile. Um die flexible Entwicklung und den Einsatz oftmals komplexer und herstellungstechnisch anspruchsvoller Bauteile zu ermöglichen, setzen die Unternehmen der Massivumformung auf ständige Innovationen bei Werkstoffen und Herstellprozessen sowie auf moderne Computertechnologie und Simulationssoftware für die gesamte Wertschöpfungskette.

Das Entwicklungs- und Fertigungs-Know-how der Massivumformung im Fahrzeugbau gewährleistet die Funktion von Automobilen sowohl im Motorbereich als auch im Fahrwerk, ❶. So enthält beispielsweise jedes Kraftfahrzeug zahlreiche hochfeste warmumgeformte Bauteile insbesondere auch für sicherheitsrelevante Anwendungen, ❷. Der aktuelle Trend zu leistungsstarken Pkw-Motoren mit kleinem Hubraum (Downsizing) macht zunehmend leichtere Teile notwendig, die mit höchster Zuverlässigkeit steigenden Belastungen standhalten müssen [1, 2]. Ein Beispiel sind geschmiedete Leichtbau-Ausgleichswellen, die in einer neuen Generation von Pkw-Vierzylinder-Diesel-Reihenmotoren für ruhigen Lauf sorgen, ❸.



❶ Geschmiedeter Aluminium-Querlenker für den VW Passat, ein hochkomplexes geschmiedetes Aluminiumteil mit hoher Festigkeit. Vor dem eigentlichen Schmiedevorgang wird das Aluminiumbauteil in einem patentierten Stauchprozess vorgeformt. Durch dieses Stauchen wird eine Materialanhäufung erzielt, bei der eine Vorform entsteht, die im Biege- und Pressvorgang besonders Material einsparend weiterverarbeitet werden kann. Bild: Bharat Forge Aluminiumtechnik

Auch für die Lkw-Herstellung ist die Massivumformtechnik von elementarer Bedeutung. In Nutzfahrzeugen erfüllen bereits heute 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. Gegenüber Gussteilen ist auch bei diesen Anwendungen aufgrund der günstigeren Gefügeausbildung und höheren Festigkeit der Werkstoffeinsatz effizienter. Aus Anwendersicht haben

das endkonturnahe Schmieden, die Weiterentwicklung der Fertigung von dickwandigen Hohlkörpern (Leichtbau), die Weiterentwicklung der Füge- und neuer Werkstoffe sowie die Losgrößenreduzierung besonders hohe Innovationspotenziale.

Beispiele für umgesetzte Innovationen der Massivumformung sind Stahlkolben und gebaute Nockenwellen mit unrunder Nabenprofilen. So haben moderne, besonders effiziente und abgasarme Lkw-Motoren mit ihren hohen Zünddrücken anstatt konventioneller Aluminiumkolben



❷ Vielfalt von Umformteilen für die Automobilindustrie. Auf horizontalen Mehrstufenpressen warmumgeformte, zum Teil kaltkalibrierte oder durch zerspanende Bearbeitung auf engste Toleranzen und beste Oberflächenqualitäten weiterbearbeitete Kegelräder, Motornocken, Synchronkonus, Planetenräder und Sicherungsmutter. Bild: Seissenschmidt



❸ Zwei geschmiedete wälzgelagerte Ausgleichswellen sorgen in Vier-Zylinder-Diesel-Reihenmotoren für ruhigen Lauf. Stahl statt Guss ermöglicht die Funktionsintegration, die minimierte Laufbahnbreite reduziert die Masse, Wälz- statt Gleitlager verringern die Reibung. Das bedeutet für den Fahrbetrieb reduzierte Antriebskräfte, weniger CO₂-Emissionen und geringere Geräuschentwicklung. Bild: Hirschvogel



4 Aus der Serienfertigung von Getriebebauteilen: Komplexes hochfestes präzisionsgeschmiedetes Differenzialgetriebebauteil für eine Pkw-Anwendung (Kronrad). Basis sind wirtschaftliche Umformverfahren und Verfahrenskombinationen bis hin zu einbaufertigen Komponenten für den Pkw- und Lkw-Bereich. Schwerpunkt ist die Kombination von Verfahren der Warm-, Halbwarm- und Kaltumformung. Bild: Sona BLW Präzisions schmiede

gewichtsoptimiert konstruierte Kolben aus Stahl. Wegen der hohen Belastungen sind die Bauweisen und Fertigungstechniken von Pkw-Nockenwellen nicht direkt auf Lkw-Nockenwellen übertragbar. Die Lösung sind innenhochdruckgefügte gebaute Nockenwellen. Deren Nockenscheiben mit polygonförmig ausgeformtem Nabeninnenprofil werden von einem konventionellen Rohr aufgenommen und durch IHD-Fügen auf dem Rohrabschnitt befestigt [3].

VERFAHREN: MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN

Massivumformteile stehen traditionsgemäß in einem Verfahrenswettbewerb insbesondere mit gegossenen sowie mit aus Blech hergestellten Bauteilen, in Marktnischen auch mit pulvermetallurgischen Produkten. Die Eigenschaften von Massivumformteilen hinsichtlich Festigkeit, Zuverlässigkeit und Flexibilität bei Hochbeanspruchung prädestinieren sie jedoch für die Aufgabenstellungen des anspruchsvollen Fahrzeugbaus. Der beanspruchungsgerechte Faserverlauf, die absolute Porenfreiheit im Vergleich zu Gusswerkstoffen sowie das durch Umformung und dynamische oder statische Rekristallisation feinkörnige Gefüge gewährleisten, dass die umformtechnisch verarbeiteten Werkstoffe höchste Belastungen mit großer Sicherheit ertragen.

Durch unterschiedliche Umformverfahren können Bauteile optimal an ihren späteren Einsatzzweck angepasst werden. Etwa 97 % aller Massivumformteile sind aus Stahl gefertigt. Gängigstes der vielen Verfahren ist das Gesenkschmieden. Neben der Bereitstellung des geeigneten Stahls sind die Umformwerkzeuge eine entscheidende Voraussetzung für einen erfolgreichen Schmiedeprozess.

Die Warmumformung von Stahl findet bei hohen Temperaturen von rund 1250 °C statt. Sie ermöglicht Umformgrade, die mit keinem anderen Verfahren erreicht werden. In der Warmmassivumformung entstehen damit Werkstücke und Bauteile mit einfachen wie auch mit komplexen Geometrien.

Die Kaltmassivumformung von Stahl startet bei Raumtemperatur von etwa 20 °C. Der Stahl ist hart und die Umformung erfordert hohe Kräfte, seine Umformbarkeit ist damit begrenzt. Herstellen lassen sich endkonturnahe Werkstücke und Bauteile mit präzisen Formen, hoher Maßgenauigkeit und makellosen Oberflächen [4]. Umformprozesse von Stahl zwischen 650 und 900 °C, als Halbwarmumformung bezeichnet, sind relativ junge Verfahren für bestimmte Anwendungen und Umformgrade. Mit dieser Umformtechnologie erreicht man eine ähnlich gute Umformbarkeit wie bei der Warmumformung und annähernd eine Präzision wie bei der Kaltumformung. Im Vergleich zur Kaltumformung bietet die Halbwarmumformung größere Formgebungsmöglichkeiten, im Vergleich zur Warmumformung höhere Genauigkeiten.

Jedes der verschiedenen Umformverfahren hat spezifische Eigenschaften. Da die Präzisionsumformung von Stahl insbesondere für den Fahrzeugsektor immer wichtiger wird, ist die Weiterentwicklung der Herstellverfahren sowie von Kombinationen von größter Bedeutung. Insbesondere durch den kombinierten Einsatz verschiedener Umformverfahren lassen sich die jeweiligen Technologiepotenziale nutzen, 4.

Das gewünschte Endprodukt bestimmt den Herstellprozess. Je nach Produktform, seinen Werkstoffeigenschaften und der benötigten Stückzahl wird das Umformverfahren festgelegt. Dabei hat die Umformtechnik meist zwei Aufgaben: das Erzeu-

gen der geforderten Geometrie und die Einstellung der geforderten Werkstoff- und Bauteileigenschaften. Viele Produkte lassen sich bei geeigneter Nutzung dieser Vorgänge sowohl hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen als auch bezüglich ihrer technologischen Eigenschaften erheblich verbessern. Voraussetzung dafür ist die frühzeitige enge Verzahnung von Produktentwicklung und Prozessgestaltung.

Durch Massivumformung lassen sich nahezu alle metallischen Werkstoffe verarbeiten. In Kombination mit den verschiedenen Wärmebehandlungsverfahren kann der Werkstoff an den Verwendungszweck angepasst werden. Der zumeist als Rohmaterial eingesetzte gewalzte Stabstahl oder Knüppel (runder oder viereckiger Querschnitt) hat bereits einen günstigen Faserverlauf, der durch die Umformung nicht beeinträchtigt wird. Bei zerspanend hergestellten Bauteilen werden die Fasern angeschnitten, sodass die Faserenden in ungünstigen Fällen den Ausgangspunkt für einen Anriss bilden können. Insgesamt ist die Betriebsfestigkeit von massivumgeformten Werkstücken im Vergleich zu zerspanen, aber auch zu gegossenen und gesinterten Werkstücken höher. Massivumformteile werden daher bevorzugt dort eingesetzt, wo eine hohe dynamische Bauteilbeanspruchung und ein eingeschränkter Bauraum eine hohe Gestaltfestigkeit des Werkstoffs fordern.

DIE ENTWICKLUNGSPROZESSKETTE

Aufgrund der steigenden Anforderungen an Bauteile sind die werkstofflichen Potenziale über die Legierungszusammensetzung, die Herstellkette und die Wärmebehandlung voll auszunutzen und darauf abzustimmen, optimale und kostengünstige Bauteile zu produzieren. Um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu stärken, setzt die Massivumformung moderne Technologien wie Simulationssysteme ein. Das Ziel dabei lautet, die komplette Prozesskette von der Komponentenentwicklung bis zur Fertigstellung des Produkts zu erfassen und zu optimieren [5]. Für viele Unternehmen der Massivumformung gehört dies bereits zum Tagesgeschäft. Der Einsatz findet heute standardmäßig Anwendung in der Auslegung und Optimierung immer komplexer werdender Teilegeometrien sowie in der rechnergestützten Ana-

lyse zur Schaffung stabiler und reproduzierbarer Fertigungsprozesse, 5.

WERKSTOFFE ALS SCHLÜSSEL FÜR INNOVATIONEN

Neben der Gestaltung und den Herstellprozessschritten massivumgeformter Bauteile liegt der Schlüssel zu innovativen Bauteil- und Prozessrealisierungen bei den Werkstoffen. So folgen den traditionell eingesetzten Vergütungsstählen vermehrt AFP-Stähle (ausscheidungsgehärtete ferritisch-perlitische Stähle), die inzwischen einen hohen Entwicklungsstand aufweisen und eine vereinfachte und somit kostengünstigere Prozesskette gegenüber dem Vergütungsstahl ermöglichen. Vielversprechend sind Werkstoffe mit bainitischem Gefüge, da bei diesen gute Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften ohne die Notwendigkeit einer zusätzlichen Wärmebehandlung vereint werden. Die Prozesskette lässt sich somit kostengünstig gestalten. Auf dem 25. Jahrestreffen der Kaltmassivumformer 2010 in Düsseldorf wurde für die in diesem Bereich eingesetzten Halbzeuge über eine neue Generation von temperaturkontrolliert gewalzten bainitischen Kaltstachstählen berichtet, die durch gute mechanische Eigenschaften und eine verkürzte Prozesskette charakterisiert sind [6].

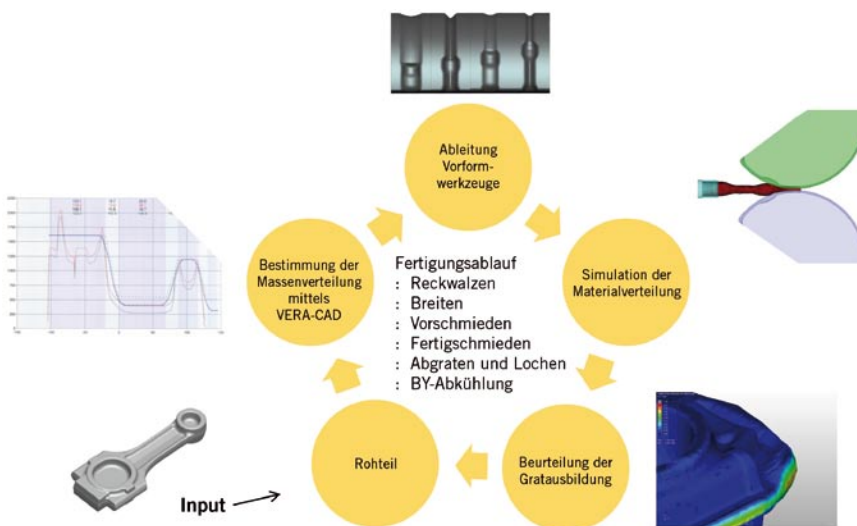
Die mechanischen Eigenschaften ermöglichen eine effiziente Weiterverarbeitung durch Kaltumformen ohne jegliche Wärmebehandlungen, was zu Einsparpotenzialen führt.

Im AVIF-Forschungsprojekt A228 „Neue Werkstoffe und angepasste Prozessketten für höherfeste Stahlwerkstoffe in geschmiedeten Strukturbauteilen“ wurde zur Eigenschaftsoptimierung ein hochmikrolegierter AFP-Stahl (AFP-M) entwickelt, der insbesondere die Erhöhung der Festigkeitskennwerte sowie eine Optimierung des Streckgrenzenverhältnisses zum Ziel hat. Die angestrebten mechanischen Eigenschaften konnten mit einer kontrollierten Prozessführung an realen Testbauteilen aus AFP-M verifiziert werden [7].

Weiteres Beispiel einer Gemeinschaftsforschung ist das Projekt „Effiziente Prozessketten und neue hochfeste (bainitische) Stähle zur flexiblen Darstellung hoch beanspruchter Strukturbauteile“, das vom Industrieverband Massivumformung e.V. zusammen mit dem VDEH (Verein Deutscher Eisenhüttenleute) organisiert und im Dezember 2009 beendet wurde. Entwickelt wurde ein hochfester duktiler bainitischer (HDB) Schmiedestahl, der eine Streckgrenze > 850 MPa, eine Zugfestigkeit > 1200 MPa, eine Bruchdehnung > 10 % sowie eine Raum-

temperaturzähigkeit > 27 J aufweist. Diese mechanischen Eigenschaften können mit dem angestrebten Gefüge in einem einfachen Prozess durch eine kontinuierliche Abkühlung erreicht oder durch eine isotherme Haltestufe im Bainitbereich bei einer Temperatur knapp oberhalb der Martensit-Starttemperatur, bei der sich ein sehr feines bainitisches Gefüge ausbildet, weiter optimiert werden. Parallel zu der Entwicklung dieser neuen Legierung wurde eine neue numerische Routine entwickelt, mit deren Hilfe hochfeste und duktile bainitische Gefüge im Massivumformbauteil eingestellt werden können.

Eine Nutzung des TRIP-Effekts (Transformation Induced Plasticity) für Schmiedestähle zur Verbesserung des Werkstoffverhaltens bei zyklischer oder dynamischer Beanspruchung soll künftig ebenfalls erschlossen werden. Ziel ist die Entwicklung und Optimierung von neuen Schmiedestählen, die sich gegenüber konventionellen Schmiedestählen und ADI-Gusswerkstoffen durch verbessertes Verhalten bei Crash- und variabler Betriebsbeanspruchung auszeichnen und somit prädestiniert für den Einsatz im Automobilbereich sind. Am Projektende (2013) soll das Legierungskonzept eines „TRIP-Schmiedestahls“ zur Verfügung stehen,



5 Grundlage für die Prozessentwicklung der Massivumformung einer Lkw-Pleuelstange ist der angepasste Schmiederohling, der mit minimalen Bearbeitungszugaben und einer geringen Gewichtstoleranz im 3D-CAD-System konstruiert worden ist. Erster Schritt ist ein Massenverteilungsschaubild, um daraus Einsatzgewicht und Walzsegmente für den ersten Fertigungsschritt abzuleiten. Die Gesenke und auch die Walzwerkzeuge werden nach der 3D-Erstellung durch virtuelle Erprobung am Rechner weiter optimiert. Bei diesem iterativen Prozess fließt die industrielle Praxis mit der Erfahrung der Konstrukteure in das neue Bauteil ein. Die Maßgaben der Fertigungsaggregate werden bei der Simulation des Fertigungsprozesses mit berücksichtigt, damit sich die Toleranzen auf einem geringen Niveau bewegen. Bild: Schmiedag



6 Prototyp einer Leichtbau-Getriebehohlwelle und Stufenfolge der Fertigung. Die neuartige Hohlwelle ist mit 5,2 kg um rund 1 kg leichter als die Serienvollwelle. Neben der Verringerung des Fahrzeuggewichts bewirkt die Leichtbauwelle insbesondere eine Reduzierung der bewegten Masse im Fahrzeuggetriebe und damit Einsparvolumen bei der Antriebsenergie. Bild: IWU

TECHNOLOGIE MIT ZUKUNFT

Leicht, komplex, präzise, innovativ – wer hätte gedacht, dass sich die deutsche Massivumformung mit derart charakterisierten Produkten an die Spitze der Entwicklung einer traditionellen, aber immer wieder jungen, sich selbst neu erfindenden Technologie setzen würde? Waren nicht Schmiedestücke immer zwar hochleistungsfähig und sicher, aber grob, schwer und technologisch „langweilig“?

Dies ist ein weit verbreiteter Irrglaube, der nicht erst durch die ersten geschmiedeten Werkzeuge und Klingen von hervorstechender Härte und Zähigkeit widerlegt wurde. Die Gesenkschmiedetechnik war schon bisher aus der Geschichte des technischen Fortschritts nicht weg zu denken. Kein Fahrzeug, kein Schiff, kein Flugzeug oder Kraftwerk ohne massivumgeformte, hochfeste und präzise Fahrwerk- und Getriebeteile, Kurbelwellen oder Turbinenschaufeln. Aber über diese fast schon wieder traditionellen Anwendungen hinaus hat sich die Massivumformung in den letzten Jahren eine Bedeutung zum Beispiel in den Bereichen Alternativer Mobilität, Alternative Energien und Medizintechnik erkämpft, die ihresgleichen sucht. Werkstoffe wie Aluminium, Titan, Nickelbasis- oder Kobaltlegierungen werden heute in gleichem Atemzug mit Stahl genannt, computergestützte Auslegungen komplexer Stadiengänge gehören zum Alltag, mehrfach wirkende Werkzeuge treten zunehmend in Konkurrenz zur mehrstufigen Umformung.

Und morgen? Morgen werden durch intelligente Umformtechnik hergestellte Leichtbaustrukturen wie Hohlwellen oder gebaute Getrieberäder, durch partielle Umformung gestaltete Bauteile und durch Umformung verbundene Mehrstoff-Systeme helfen, die immer höheren Herausforderungen an eine effiziente Technik zu bewältigen. Deutsche Unternehmen und die mit ihnen eng kooperierenden Forschungsinstitute sind dafür prädestiniert, auch hier wieder die Führungsrolle zu übernehmen – aus Überzeugung und mit dem Wissen um die Potenziale einer sich immer neu erfindenden Technologie.



DR. STEFAN WITT,
Vorstandsvorsitzender Industrieverband
Massivumformung e.V. und Mitglied der
Geschäftsführung der Sona BLW Präzisions-
schmiede GmbH, Remscheid

dessen zyklische und dynamische Kennwerte für Automotive-Anwendungen genau definiert sind.

NACHHALTIGKEITSPOTENZIAL DER MASSIVUMFORMUNG

Bei der Herstellung von Warmmassivumformteilen, die durch Erwärmen und nachträgliches Umformen hergestellt werden, muss heute fertigungsbedingt mit einem erheblichen Materialüberschuss bezogen auf die Einsatzmasse gearbeitet werden. Dieser Materialüberschuss wird erzeugt, ohne am Ende direkt in einem Produkt zu münden. Ein realistisch beziffertes Einsparpotenzial liegt bei bis zu zehn bis 15 % der eingesetzten Materialmasse [8].

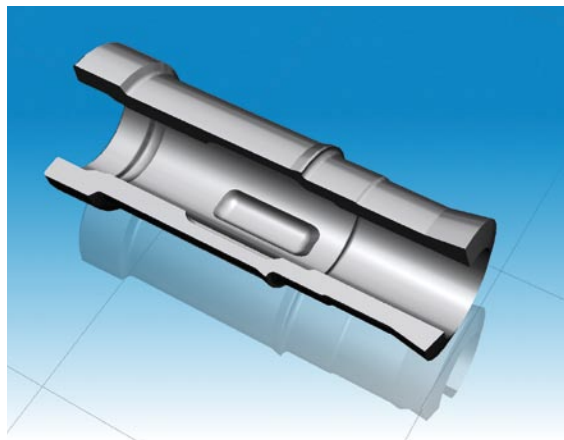
„Enermass“, ein BMBF-gefördertes Gemeinschaftsprojekt, das vom Industrieverband Massivumformung organisiert wird und bis Mitte 2012 läuft, arbeitet an der Effizienzsteigerung beider Bereiche, der Material- und der Energieeffizienz. Zum einen soll untersucht werden, ob und wie Vergütungsstähle direkt aus der Schmiedewärme abgeschreckt und anschließend angelassen werden können, um ähnlich hohe mechanische Eigenschaften (Festigkeits-/Zähigkeits-Verhältnis) wie bei der klassischen Vergütung zu erreichen und so den Energieeinsatz zu reduzieren. Dadurch kann der Materialeinsatz gegenüber den heute vielfach üblichen AFP-Stählen durch filigranere Bauteile (da höher belastbar) reduziert werden. Ferner geht es darum, die in dem Prozess erzeugte Energie in nutzbare Energieformen umzuwandeln oder in den Prozess zurückzuführen.

Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in

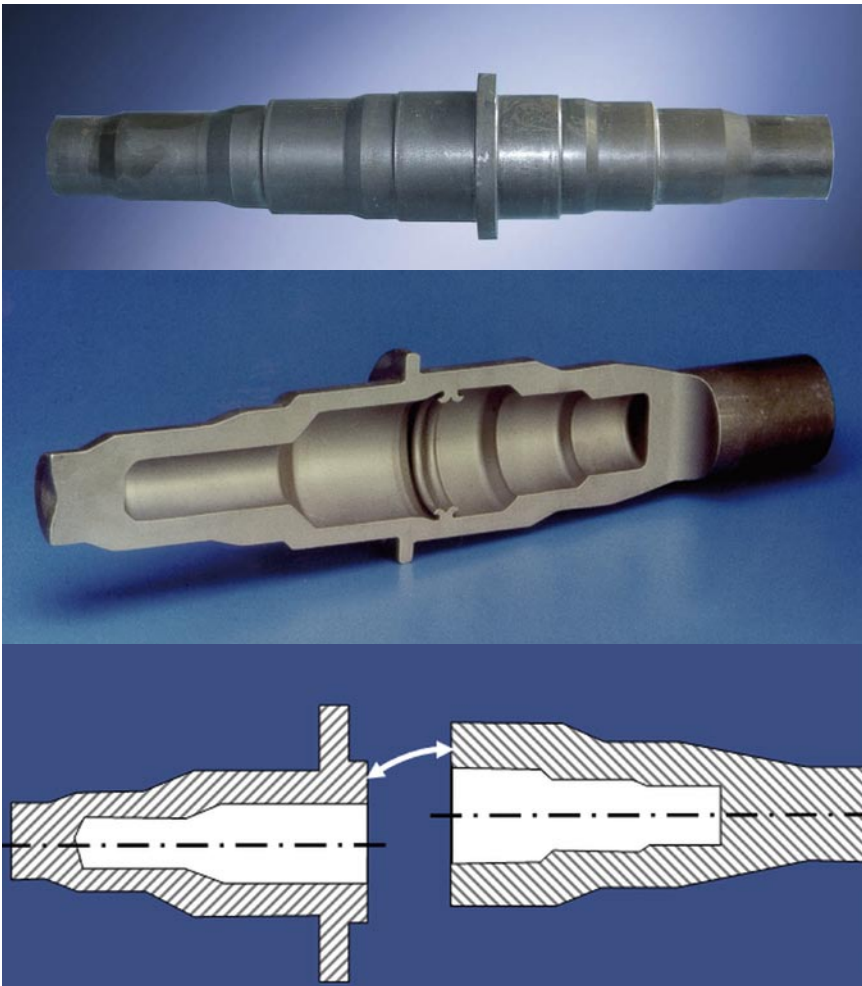
Chemnitz ist stark in den Schwerpunkten Leichtbau sowie Energie- und Ressourceneffizienz engagiert. Der Prototyp einer Getriebe-Hohlwelle wurde in Zusammenarbeit mit Industriepartnern im Rahmen des FVA-Forschungsvorhabens 355 „Hohlwelle/Leichtbaugetriebe“ entwickelt, ⑦. Die Fertigung der Hohlwelle wurde in einer Prozesskette inkrementeller Massivumformverfahren realisiert. Unter den möglichen Fertigungsvarianten stellt das Umformverfahren Querwalzen eine wirtschaftliche und ressourceneffiziente Alternative dar. Gleichzeitig bedeutet die Generierung hohler Bauteile eine Erweiterung des Anwendungsbereichs der Technologie Querwalzen. Die Leichtbau-Getriebewelle kann somit unter zwei Aspekten gesehen werden: Produktinnovation zum Leichtbau bewegter Massen im Fahrzeuggetriebe und Innovation der Umformtechnologien der Massivumformung zur Herstellung neuer Komponentenklassen.

Dem gleichen Trend folgt die Getriebewelle mit kaltverformten Ölnuten für Pkw-Mittelklassevolumenmodelle. Die in einem neu entwickelten Automatikketriebe verbaute Hohlwelle, ⑧, entsteht durch die Verfahrenskombination aus traditionellem Kaltfließpressen und Axialschmieden. Neben dem optimalen Materialeinsatz ist damit auch die funktionsoptimierte Innenkontur inklusive der hochgenauen Öltaschen prozesssicher herstellbar.

Die Präzisionsumformung erzeugt einbaufertige (net shape) Funktionsflächen hoher geometrischer Komplexität und Genauigkeit. Sie unterscheidet sich damit zum Beispiel vom Genauschmieden, mit dem endkonturnahe (near net shape) Geo-



⑦ Getriebewelle mit kaltverformten Ölnuten für Pkw-Mittelklassevolumenmodelle. Die in einem neu entwickelten Automatikketriebe verbaute Hohlwelle entsteht aus der Verfahrenskombination Kaltfließpressen und Axialschmieden. Bild: Metaldyne



8 Wellen für Lkw-Anwendungen: oben Kaltumgeformte Welle für Lkw-Anwendungen; mittig/unten Fügen von zwei Einzelteilen zu einer innen hohlen Getriebewelle führt zu signifikanten Gewichtseinsparungen, aber zusätzlichem Zerspanaufwand zur Vorbereitung der Fügeflächen sowie der Fügeoperation. Bilder: Hirschvogel

metrien erzeugt werden. Diese Präzision kann – abhängig von geometrischen und werkstofflichen Erfordernissen – durch das traditionelle Präzisionsschmieden als Kombination von Warm- und Kaltumformung, durch die Halbwarmumformung oder auch mittels der reinen Kaltumformung erreicht werden. Dem Präzisionsschmieden als Verfahrenskombination ist dabei die höchste Formenvielfalt und Freiheit in der Werkstoffauswahl zu eigen. Filigrane Konturen von Kuppel- und Synchronverzahnungen sind hierfür beispielhaft.

Das technische Potenzial der Präzisionsumformung gegenüber dem konventionellen Schmieden liegt in engeren Toleranzen und zusätzlichen Formgebungsmöglichkeiten und bedeutet gleichzeitig eine Verkürzung der Wertschöpfungsketten. Diese Vorteile können durch gratlose Stadiengang-Auslegung noch verstärkt

werden. Die Präzisionsumformung steht damit vielfach sogar in Konkurrenz zu gesamten Fertigungsfolgen und nicht mehr nur zu einzelnen Fertigungsprozessen. Sie bietet die Möglichkeit, Prozessschritte, Material und Energie einzusparen.

Anhand von FEM-Simulationen zur Auslegung der Stadien- und Werkzeugfolge zum gratlosen Präzisionsschmieden einer Zweizylinderkurbelwelle und den abgeschlossenen Schmiedeversuchen konnte gezeigt werden, dass auch komplexe Geometrien durch den gratlosen Präzisionsumformvorgang abgebildet werden können. Mittels FEM-Simulation wurde der Prozess zur Herstellung einer gratlos geschmiedeten Zweizylinderkurbelwelle ausgelegt und darauf aufbauend die Werkzeugtechnologie entwickelt [9].

BRANCHE MIT ZUKUNFT

Die Unternehmen der Massivumformung in Deutschland haben seit Jahren erkannt, dass es neben großer Erfahrung vor allem der technische Vorsprung ist, dem die Branche ihre weltweite Führungsposition verdankt. Die rund 200 Unternehmen sind heute Entwicklungspartner von Hightech-Industrien wie dem Fahrzeug-, Baumaschinen- und Schiffsbau, der Luft- und Raumfahrt sowie dem Schienenfahrzeugbau. Sie entwickeln und produzieren ihre Produkte und Komponenten im Schulterschluss mit Kunden und Vormaterialherstellern. In verstärktem Maße verstehen sie sich als Full-Service-Supplier. Das Erfolgsrezept für ein optimales Produkt ist ihre frühe, aktive Einbindung in den Entwicklungsprozess. Hierbei werden sie von leistungsfähigen deutschen Forschungsinstituten unterstützt, die im Bereich der Massivumformung die enge Zusammenarbeit mit der industriellen Praxis suchen und finden.

Nicht nur ein Katalysator, sondern auch eine treibende Kraft für diese Kooperationen, ist der Industrieverband Massivumformung e. V., dem 120 Unternehmen der Massivumformung in Deutschland angehören. Eine zentrale Aufgabe ist die Organisation der überbetrieblichen Zusammenarbeit der meist mittelständischen Mitgliedsfirmen mit dem Ziel, ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Insgesamt blickt die Massivumformung in Deutschland wieder zuversichtlicher in die Zukunft. Die Aufwendungen für die über den Verband organisierte Forschung und Entwicklung in 2010 konnten um über 30 % im Vergleich zum Vorjahr gesteigert werden. Seit Jahren liegt ein Schwerpunkt auf der Forschung im Bereich der Neu- und Weiterentwicklung von Werkstoffen. Bauteil- und Materialinnovationen führen uns aus der Krise. Auch die Erschließung neuer Märkte und Anwendungen für massivumgeformte Bauteile, auch außerhalb des Automotive-Bereichs, sind wichtige strategische Aufgaben zur Zukunftssicherung.



DR. THEODOR L. TUTMANN,
Geschäftsführer Industrieverband
Massivumformung e. V.

www.metalform.de

ANFORDERUNGEN BEI NUTZFAHRZEUGEN

Die Weiterentwicklung bei modernen Pkw-Getrieben hat zu mehr Gängen bei gleichzeitig kompakteren und leichteren Getriebebauformen geführt. Die passende Lösung sind Gangräder, bei denen die Kupplungsverzahnung im Präzisions-schmiedeverfahren einbaufertig angeschmiedet wird. Gangräder mit Kupplungsverzahnung werden auch den Nutzfahrzeugmarkt erobern. In einigen Leicht-Lkw zählen sie bereits zur Serienausstattung, bei schweren Lkw werden zur Zeit die ersten Schritte unternommen [10]. Mit dem integrierten Schmieden von Laufverzahnungen könnte die umformtechnische Wertschöpfungskette erheblich erweitert werden. Dieses Entwicklungsziel lässt sich in Teilschritten erreichen. In einer ersten Stufe kann zum Beispiel bei größeren Modulen und Zahnbreiten (Nutzfahrzeuggetriebe) ein Vorschmieden mit Aufmaß die Wirtschaftlichkeit des Wälzfräsens beträchtlich steigern. Zu den besonderen Herausforderungen an umformtechnisch hergestellte Lkw- und Aggregatkomponenten zählen nach [3] das endkonturnahe und werkstoffeffiziente, gratfreie Schmieden von hochbeanspruchten Powertrain-Komponenten, das Umformen von Hohlwellen mit einer Wanddicke in der Größenordnung von 20 mm, eine neue vereinfachte Prozessführung, die Warmbehandlung durch Ausnützung der Schmiedewärme und die Vermeidung von Verzunderungen. In einem 2006 eingerichteten Sonderforschungsbereich (SFB 489, Universität Hannover) wird hierzu umfassend an Lösungsansätzen geforscht.

Ein Beispiel für Materialeffizienz sind die kaltumgeformten Wellen für Lkw-Anwendungen, ⑧. Diese werden in auf-

rechter Position entlang der Längsachse umgeformt. Dabei entsteht kein Grat, das eingesetzte Material wird zu 100 % ausgenutzt. Der Faserverlauf in der Welle verläuft 100 % rotationssymmetrisch. Durch das Fügen von zwei Einzelteilen lassen sich innen hohle Getriebewellen herstellen, die durch zerspannende Verfahren so nicht herstellbar wären. Dabei sind signifikante Gewichtseinsparungen am Fertigteil sowie Werkstoffeinsparungen in der Prozesskette möglich. Ebenfalls präzisionsumgeformte Teile für den Antriebsstrang sind die Achswellen für Nutzfahrzeuge in ⑨.

Hohe Anforderungen werden in Zukunft auch an das Umformen von Leichtbau- und metallischen Verbundwerkstoffen gestellt. Gesenkschmiedeteile aus Aluminium, Magnesium und Titan können aufgrund ihrer hohen spezifischen Festigkeit in vielen Bereichen Bauteile aus Stahl ersetzen und so zu deutlichen Gewichts- und Energieeinsparungen beitragen. Auch dabei ergeben sich Lkw-spezifische Anforderungen wie die Beherrschung der größeren Bauteildimensionen und die vollständige Ausnutzung des Werkstofffestigkeitspotenzials.

Im Betrieb wirken auf Bauteile häufig komplexe Belastungsprofile ein, die unterschiedliche Beanspruchungen in den einzelnen Bauteilbereichen erzeugen. Daraus resultiert die Forderung nach einem anforderungsoptimierten Bauteil, wodurch die hybriden Werkstoffsysteme zunehmend an Bedeutung gewinnen. Hybride Werkstoffsysteme ermöglichen darüber hinaus die Kombination der geringen Dichte von Leichtmetallen mit der hohen Festigkeit von Stahl. Damit eröffnen sich neue Möglichkeiten auf dem Gebiet des Leichtbaus durch Verbundschmieden, an dem das Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen der TU Hannover (IFUM) arbeitet.



⑨ Im Stauchprozess hergestellte Achsteile für Nutzfahrzeuge. Mit Waagrecht-Stauchmaschinen und einem stetig verbesserten Verfahren werden hohe Genauigkeiten erzielt bei Schmiedeteilen im Gewichtsbereich von 5 bis 40 kg. Das Bild zeigt entsprechend den Flanschformen als Schirm- beziehungsweise Sternwellen bezeichnete Teile, die nach einer partiellen Induktiverwärmung in vier Umformstufen gefertigt werden. Bild: GKN Driveline

LITERATURHINWEISE

- [1] Leichtbau durch Massivumformung. Infostelle Industrieverband Massivumformung, Hagen, 2004.
- [2] Widdermann, S.: Downsizing mit Formteilen der Massivumformung. In: ATZproduktion 3 (2009), Nr. 2, S. 34-39
- [3] Dostal, M.: Künftige Herausforderungen an die Massivumformung aus Sicht eines Lkw-Herstellers. Vortrag, Hannover Messe 2009.
- [4] Kaltmassivumformung: Präzision in großen Serien. Infostelle Industrieverband Massivumformung, Hagen, 2006.
- [5] Simulation in der Massivumformung. Infostelle Industrieverband Massivumformung, Hagen, 2006.
- [6] Waengler, S.; Kawalla, R.; Kruse, J.: Bainitische Kaltstauchstähle. In: Konstruktion 62 (2010) Nr. 5, S. IW4-5
- [7] Bleck, E.; Keul, C.; Zeislmaier.: Entwicklung eines höherfesten ausscheidungshärtenden ferritisch/perlitischen Schmiedestahls AFP-M. In: Schmiede-Journal (2010), März, S. 42-44
- [8] Hertz, R.; Koß, K.-D.; Prinz, O.: Nachhaltigkeitspotenziale in der Massivumformung. In: Schmiede-Journal (2009), Sept., S. 54-56
- [9] Müller, S.: Methode zur Schrumpfungskorrektur beim gratlosen Präzisionsschmieden. In: Schmiede-Journal (2009), Sept., S. 26-29
- [10] Gutmann, P.: Gangräder mit präzisionsgeschmiedeter Kupplungsverzahnung. In: Schmiede-Journal (2008), Sept., S.20-21

Eine Anzeigen-Sonderveröffentlichung der Infostelle Industrieverband Massivumformung e.V. Goldene Pforte 1 | 58093 Hagen www.metalform.de | in Kooperation mit ATZ.

BestCom Media |

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Postfach 15 46 | 65173 Wiesbaden
Abraham-Lincoln-Straße 46 | 65189 Wiesbaden

Gesamtleitung Anzeigen und Märkte

Armin Gross

tel +49 611 7878-109 | fax +49 611 7878-140
armin.gross@springer.com

Projektkoordination

Anja Trabusch

tel +49 611 7878-287 | fax +49 611 7878-140

anja.trabusch@springer.com

Redaktion

Stefan Schlott

tel +49 8191 70845 | fax +49 8191 66002

Redaktion_Schlott@gmx.net

Gesamtleitung Produktion

Christian Staral

tel +49 6221 4878976 | fax +49 611 7878-410
christian.staral@springer.com

Druck und Verarbeitung

Kliemo, Eupen/Belgien.

Gedruckt auf säurefreiem und

chlorarm gebleichten Papier.

Printed in Europe.

© BestCom Media | Springer Fachmedien

Wiesbaden GmbH, Wiesbaden 2010

BestCom Media ist eine Marke von Springer

Fachmedien.

Springer Fachmedien ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.