



Leichtbau mit Schmiedeteilen

Schmiedeteile im Fahrwerk des Automobils einzusetzen, bringt viele Vorteile mit sich: Erhöhung der Sicherheit und des Fahrkomforts und unter Nutzung der gegebenen Möglichkeiten des Leichtbaus mit Schmiedeteilen auch die Einsparung von CO₂.

AUTOREN



Dr.-Ing. Michael Muckelbauer

ist Leiter Technologie & Innovation bei der Bharat Forge Global Holding GmbH in Ennepetal



Dipl.-Ing. Johann Bechtel

ist Werkleiter der Bharat Forge Aluminiumtechnik GmbH in Brand-Erbisdorf



Michael Weis

ist Vorsitzender der Geschäftsführung der Bharat Forge Global Holding GmbH in Ennepetal

Bei der Auslegung von Fahrzeugen geht es den Konstrukteuren vor allem um Gewichtsreduzierung. 100 kg eingespartes Fahrzeuggewicht reduzieren den Kraftstoffverbrauch um zirka 0,5 Liter [1]. Das entspricht etwa 1,3 kg CO₂ pro 100 Kilometer, also 195 kg im Jahr bei einer normalen Fahrzeugnutzung von 15.000 Kilometern. Da wir in Deutschland eine durchschnittliche Pro-Kopf-Emission von jährlich 10 Tonnen verzeichnen [2], werden dadurch 2 Prozent CO₂-Einsparung pro Autofahrer möglich – ein wertvoller Beitrag zu den Herausforderungen für unsere Zukunft im Zusammenhang mit dem Klimawandel.

Besonders positiv wirken sich Schmiedeteile im Kontext ihres Leichtbaupotenzials auf Fahrkomfort und -dynamik durch die Verbesserung der Schwerpunktage des Fahrzeugs und die Verringerung der Massenträgheit aus. Die ungefederten Massen an den Achsen werden durch diese hochfesten, aber sehr leichten Bauteile reduziert.

Die Sicherheitsanforderungen an Fahrwerksteile steigen stetig. Schmiedeteile erlauben im Vergleich zu anderen Herstellungsverfahren aufgrund ihrer besseren Duktilität eine deutlich höhere Verformung, bis es im Schadensfall zum Anriss beziehungsweise letztendlich zum Bruch kommt. Die Konstrukteure der Automobilhersteller können somit ihre Fahrzeuge sicherer auslegen, damit die Insassen bei einem Unfall besser geschützt sind.

In allen Unternehmen der Gruppe werden Fahrwerksteile in Stahl und Aluminium gemeinsam mit den Kunden entwickelt, gewichtsoptimiert ausgelegt und zuverlässig mit modernsten Herstellungsverfahren produziert (Bild 1).

ENTWICKLUNG FÜR DEN LEICHTBAU

Damit hinsichtlich Leichtbau und Herstellungskosten ein Optimum erreicht wird, hat es sich bewährt, dass Automobilhersteller und Zulieferer von Anfang an eng zusammenarbeiten. Basierend auf umfangreichen Lastenheften entwickelt die Schmiede das Bauteil im vorgegebenen Bauraum und perfektioniert diesen Entwurf mit Hilfe von Zusatztools wie Topologie- und Shapeoptimierung [3] (Bild 2).

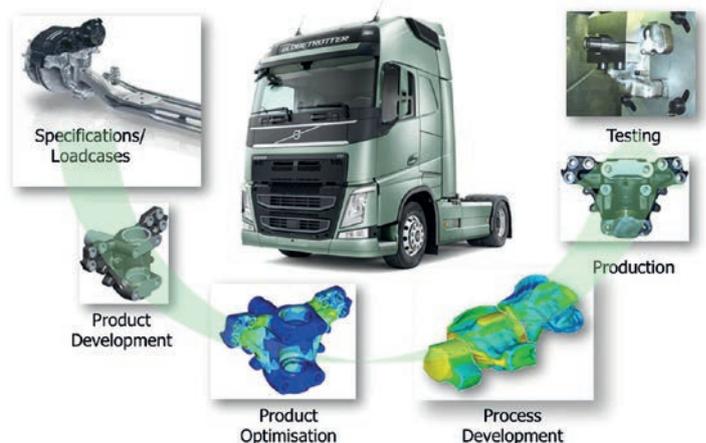


Bild 1: Ablauf der Produktentwicklung

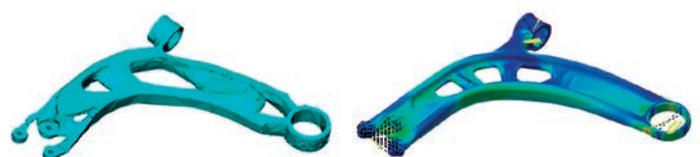


Bild 2: Topologieoptimierung eines Querlenkers



Bild 3: Cluster für die Schmiedesimulation

Neben reinen Anschauungsmustern und relativ aufwendigen Vollfrästeilen können heutzutage auch Prototypen mit dem 3-D-Druckverfahren in Stahl oder Aluminium hergestellt werden. Bharat Forge verfügt über eine entsprechende Anlage. Für die Optimierung kommen FEM-Systeme zum Einsatz, mit denen lineare und nicht-lineare Lastfälle berechnet werden können.

Zum Standard der Prozessentwicklung in Schmiedeunternehmen gehört die Schmiedesimulation. Diese Systeme wurden bereits vor vielen Jahren eingeführt und werden stetig zusammen mit den Systemherstellern weiterentwickelt. In erster Linie kommt das System FORGE3 von Transvalor zum Einsatz, mit dem über die Parallelisierung der Berechnung sehr gute Rechenzeiten bei ausgezeichneten Ergebnissen erzielt werden. Dafür stehen den Entwicklern in Indien und Deutschland jeweils Rechencluster mit mehr als 120 Kernen zur Verfügung (Bild 3). Sowohl in der Entwicklungsphase als auch zur Absicherung der Serie werden moderne Prüfstände einge-



Bild 4: Bauteil-Prüfstände bei Bharat Forge, Pune und Bharat Forge CDP, Ennepetal

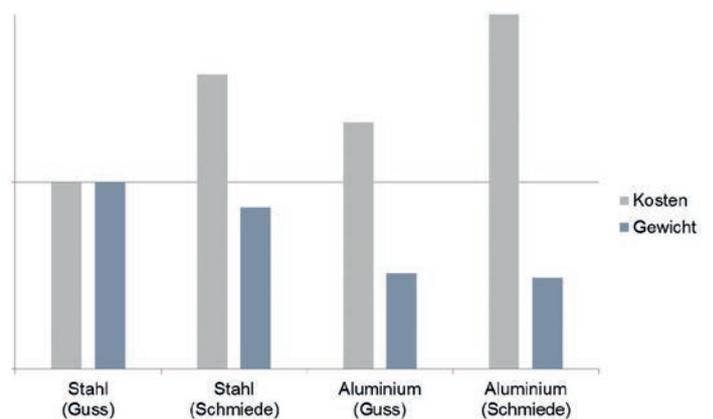


Bild 5: Kosten- und Gewichtsvergleich unterschiedlicher Herstelltechnologien [4]

setzt. Um die Entwicklungsabteilungen mit aussagekräftigen Daten zu versorgen, sind die Standorte Pune und Ennepetal mit modernsten Geräten ausgestattet (Bild 4).

FAHRWERKSTEILE AUS ALUMINIUM

Da insbesondere bei Pkw-Fahrwerksteilen der Leichtbau im Vordergrund steht, sind Schmiedeteile aus Aluminium die erste Wahl. Natürlich kommen für die Herstellung von Chassisteilen auch andere Verfahren in Frage. Der Automobilhersteller wird immer nach einer ausgewogenen Balance zwischen Kosten und Gewicht suchen. Gussteile sind in der Regel kostengünstiger, aber Schmiedeteile sind ihnen oder Kombinationsverfahren wie dem Gießschmieden oder COBAPRESS™ (ein Hybridverfahren, bei dem eine Vorform für den Guss hergestellt wird [5]) in puncto mechanische Eigenschaften, Sicherheit und Verlässlichkeit überlegen (Bild 5).

Mittlerweile konnte die Kostendifferenz reduziert werden, ohne

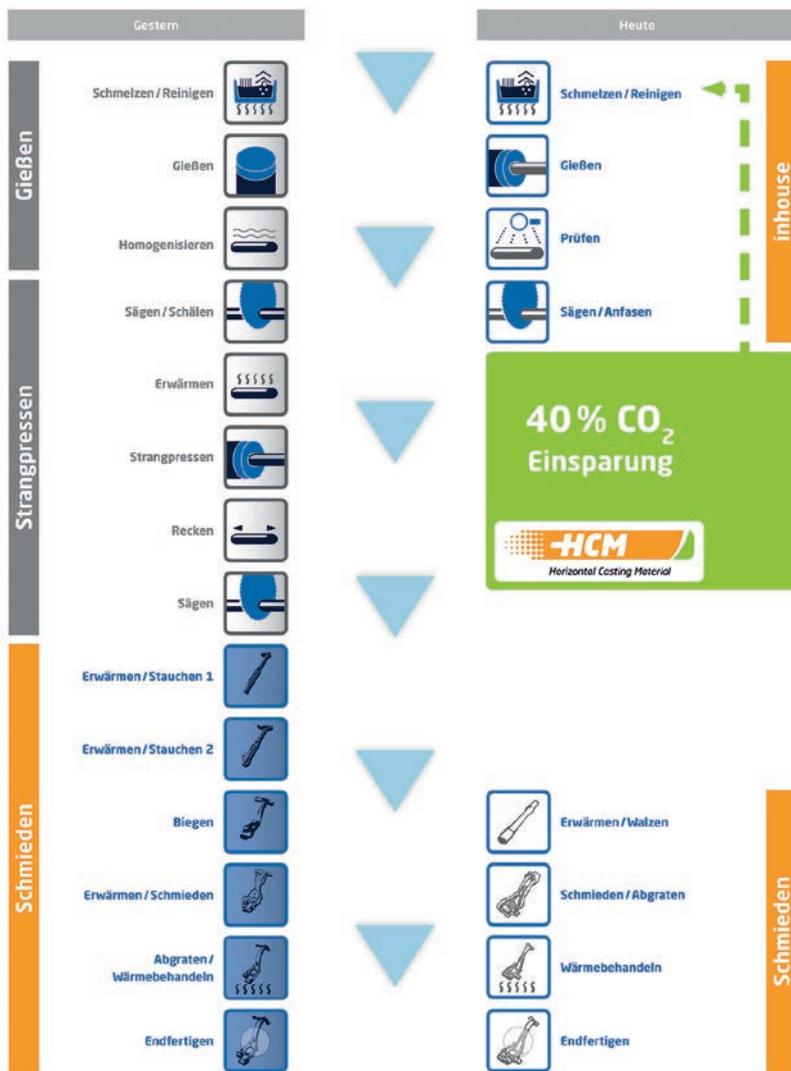


Bild 6: Vergleich des Prozessablaufs mit Vormaterial vom Strangpressen und HCM

auf die für Schmiedeteile typischen Eigenschaften verzichten zu müssen. Um wettbewerbsfähig gegenüber anderen Technologien zu bleiben, wurde das HCM-Verfahren eingeführt, welches im Folgenden vorgestellt wird.

DAS HCM-VERFAHREN

HCM (Horizontal Casting Material) bezeichnet ein kontinuierliches Stranggießverfahren, mit dem Aluminiumstangen als Ausgangsmaterial für den Schmiedeprozess hergestellt werden. Während im herkömmlichen Fertigungsprozess zugekaufte Strangpressprofile eingesetzt wurden, ermöglicht HCM einen geschlossenen Materialkreislauf. So wird der prozess-typische Schmiedegrat neben Primäraluminium (Masseln) zur Legierungsherstellung verwendet. Verglichen mit dem früheren Prozess ergeben sich mit dem Wegfall mehrerer Prozessschritte sowie durch die Einsparung inner- und außerbetrieblicher Transporte CO₂-Einsparungen von bis zu 40 Prozent [Quelle: PE International] (Bild 6).

Eine Besonderheit von HCM ist die Produktqualität der Aluminiumabschnitte, welche keine zusätzlichen Behandlungsschritte wie Homogenisieren, Schälén etc. erfordert. Durch eine abschließende Prüfung mittels Ultraschall und/oder Röntgen wird gewährleistet, dass die für Sicherheitsfahrwerksteile geltenden Anforderungen garantiert sind.

Im Unternehmen wurde eine erste HCM-Anlage im Jahr 2012 zur Serienreife gebracht. 2014 wurde dann im Rahmen einer Großinvestition in eine neue Produktionshalle zusammen mit einer dritten Schmiedelinie die zweite HCM-Anlage installiert, sodass heute ein Großteil des Vormaterialbedarfs durch Eigenproduktion gedeckt wird.

An den HCM-Prozess (Bild 7) schließt sich das Aluminiumschmieden an, welches zur Erzeugung der finalen Bauteileigenschaften konsequent auf die Verwendung von HCM ausgelegt ist. Hierbei steht ein hoher Automatisationsgrad zur Erzielung



Bild 7: Die HCM-Fertigung

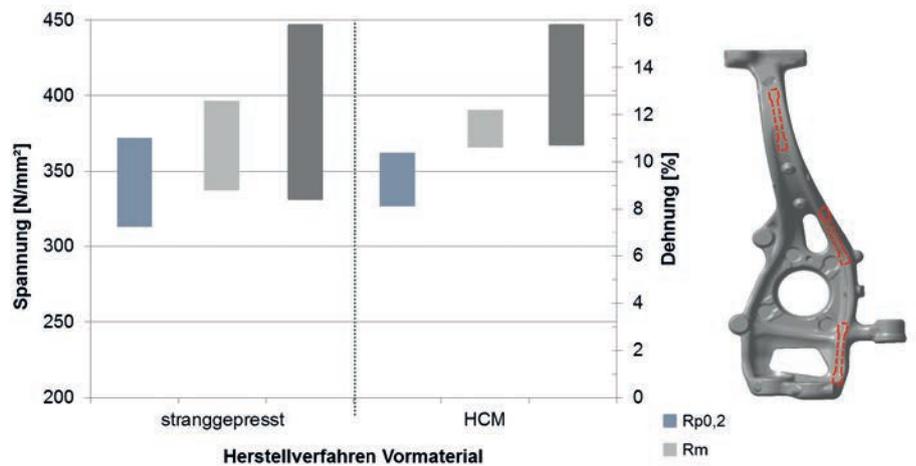


Bild 9: Vergleich der Kennwerte von stranggepresstem und HCM-Vormaterial



Bild 8: Schmiedeschwenklager aus HCM-Vormaterial

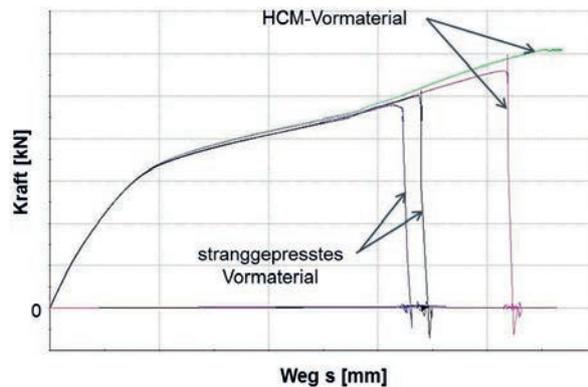


Bild 10: Validierung des Verformungsverhaltens
Bilder: Autoren



niedriger Zykluszeiten bei gleichzeitig stabilen Prozessbedingungen im Vordergrund. Hergestellt werden Sicherheitsbauteile für das Pkw-Fahrwerk. Diese Komponenten wurden in enger Abstimmung mit dem Kunden entwickelt und gemäß seinen Anforderungen unter Leichtbaugesichtspunkten optimiert. Durch konsequente Leichtbaustrategie des OEM konnten im Bereich der Vorderachse Gewichtsreduzierungen von bis zu 27 kg realisiert werden [6]. Hierbei setzten die Ingenieure des Kunden auf Schmiedeschwenklager, welche mit Hilfe der HCM-Technologie hergestellt werden (Bild 8).

Im Rahmen der Serienqualifikation wurden diese Schwenklager umfangreichen Prüfungen unterzogen, wobei die Ergebnisse die Erwartungen der Ingenieure stellenweise weit übertrafen. Hervorzuheben sind hierbei die für Schmiedeteile hohen mechanischen Kennwerte, die durch den Einsatz von HCM nur noch sehr geringe Streuungen aufweisen. Dies begründet sich vorrangig im Gefügebau, welcher im Vergleich zu stranggepressten Ausgangsmaterialien keinen ausgeprägten Faserver-

lauf (Textur) aufweist. Die in Bild 9 dargestellten Kennwerte verdeutlichen diese Aussage. Aus diesen Kennwerten lassen sich deutliche Verbesserungen für das Missbrauchsverhalten ableiten. Diese resultieren vor allem aus den höheren Dehnwerten, welche unabhängig von der Beanspruchungsrichtung nachweisbar sind (Bild 10). Diese Werte ermöglichen somit ein größeres Verformungsvermögen, bis es zum Anriss beziehungsweise Bruch kommt.

Alle in das neuartige HCM-Verfahren gesetzten Erwartungen, wie geschlossener Materialkreislauf, homogene Materialstruktur und flexible Fertigung, wurden erfüllt. Darüber hinaus laufen derzeit Untersuchungen, die Materialeigenschaften und den damit verbundenen Kundennutzen weiter zu steigern sowie neue Anwendungsfelder zu erschließen. Die Unabhängigkeit von Vormateriallieferanten und die Erweiterung der Wertschöpfungskette stellen für Bharat Forge eine entscheidende Grundlage für die nachhaltige Entwicklung und Anknüpfungspotenzial für weitere Innovationen dar.

AUSBLICK

Durch den Einsatz der HCM-Technologie ergeben sich zukünftige Ansätze für die gezielte Beeinflussung von Bauteileigenschaften, so wird an festigkeitsoptimierten Werkstofflegierungen und Werkstoffverbunden (Hybride) gearbeitet. Eine wesentliche Voraussetzung zum Leichtbau mit massivumgeformten Komponenten wird auf diese Weise geleistet. Die Erschließung völlig neuer Produktbereiche und die Entwicklung innovativer Herstellungsprozesse wie das Gießen von Profilgeometrien (massiv oder hohl) erscheinen möglich.



BHARAT FORGE Global Holding GmbH
Mittelstr. 64
58256 Ennepetal
Telefon: +49 2333 796 0
Telefax: +49 2333 796 388
Internet: www.bharatforge-gh.com

BHARAT FORGE Aluminiumtechnik GmbH
Berthelsdorfer Str. 8
09618 Brand-Erbisdorf
Telefon: +49 37322 474 747
Telefax: +49 37322 474 749



[1] Vollrath, K; Severin, F: „Leicht, hochfest und äußerst zuverlässig – Vorteile von Aluminium-Schmiedeteilen“, SchmiedeJOURNAL, März 2012, S. 20-25

[2] <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167877/umfrage/co-emissionen-nach-laendern-je-einwohner/>

[3] Muckelbauer, M; Meyer, M; Takale, S: „Resource Efficiency in Bulk Metal Forming – Selected Strategies“

[4] Steigerwald, A; Heinz, M; Mäkelä, J: 2. VDI-Konferenz Warmmassivumformung 25.09. – 26.09.2013, Düsseldorf. „Dynamisch hoch beanspruchte Fahrwerkskomponenten im Spannungsfeld zwischen Bauteileigenschaften und Kostenaspekten“

[5] <http://www.st-ji.com/de/Cobapress.html>

[6] <http://www.kfztech.de/kfztechnik/karosserie/leichtbau-audi-q7.htm>