

# Erhebliche Leichtbaureserven in massivumgeformten Kfz-Bauteilen

Leichtbau im Automobilssektor betrifft nicht nur die Karosserie, sondern auch die Antriebe. Das Vordringen alternativer Antriebskonzepte bringt einen zusätzlichen Schub in den Leichtbau. In massivumgeformten Komponenten eines typischen Pkw schlummert noch erhebliches Leichtbaupotenzial.

KLAUS VOLLRATH

Der Leichtbau hat für den Automobilssektor nach wie vor ungebrochene Aktualität. Seit bereits rund 20 Jahren gibt es Gemeinschaftsinitiativen wie das ULSAB-Projekt (Ultralight Steel Auto Body = ultraleichte Stahlkarosserie). Diese konzentrieren sich allerdings vorrangig auf die Karosserie beziehungsweise auf den Einsatz von Blechen. Im Rahmen der Initiative „Massiver Leichtbau“ hat jetzt eine Arbeitsgemeinschaft von Unternehmen und Forschungs-

Klaus Vollrath ist freier Journalist. Weitere Informationen: Industrieverband Massivumformung e.V. in 58093 Hagen, Tel. (0 23 31) 95 88 30, info@massivumformung.de

institutionen das in massivumgeformten Komponenten eines typischen Pkw schlummernde Leichtbaupotenzial systematisch untersucht [1, 2].

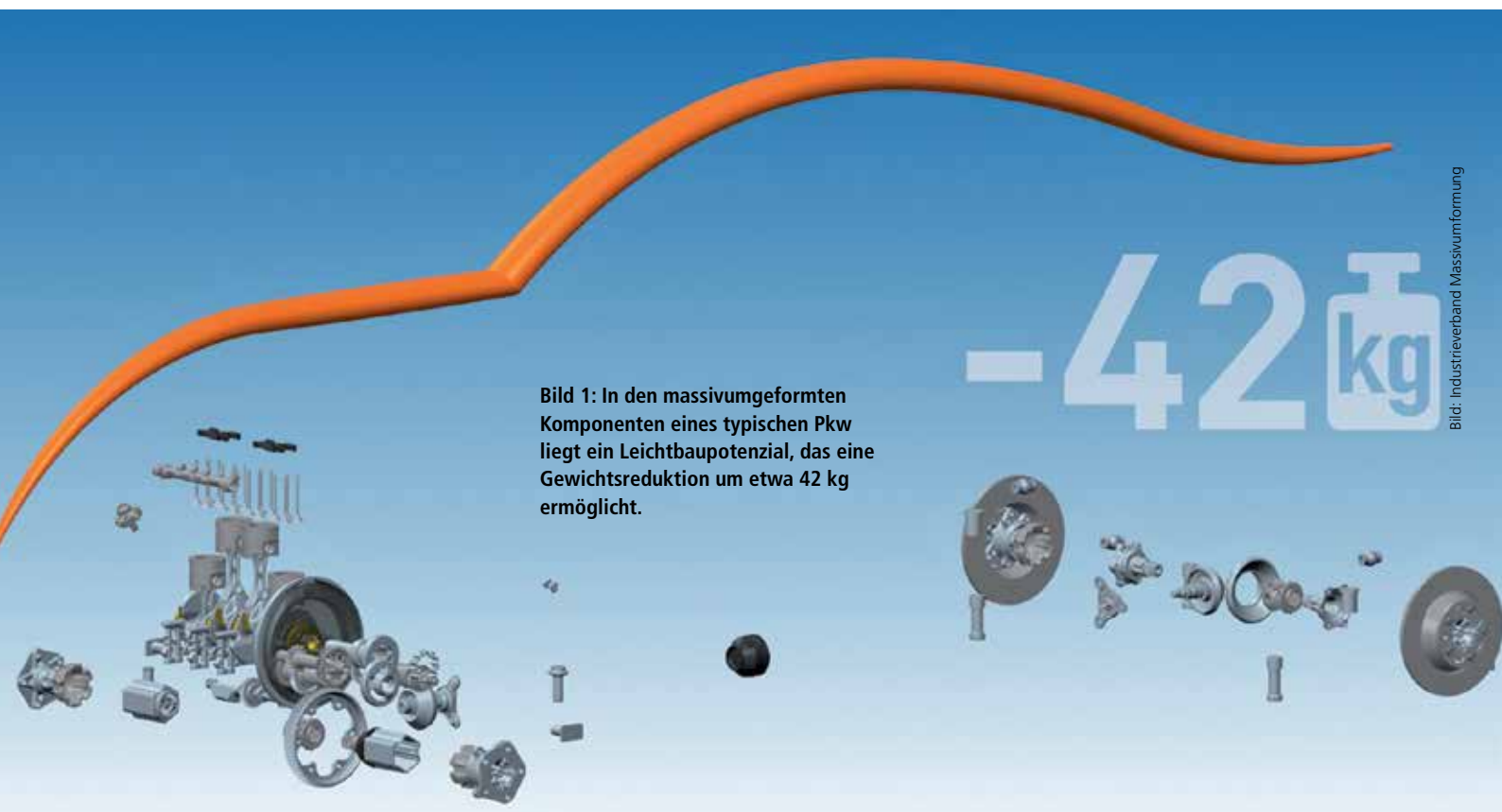
## Typisches Serienfahrzeug ist Referenz für Leichtbaupotenzial

Als Referenz für die Studie diente ein als typisch eingestuftes, neuwertiges Serienfahrzeug (Volumenmodell, Mittelklassekombi, Diesel, Doppelkupplungsgetriebe, Allrad). Dieses wurde von der fka Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen, die mit dem Institut für Kraftfahrzeuge der RWTH Aachen zusammenarbeitet, systematisch

zerlegt. Alle darin eingesetzten massivumgeformten Bauteile wurden mit Abbildungen, Gewicht, Maßen und Werkstoff in einer Datenbank dokumentiert.

In mehreren Workshops erarbeiteten Experten der beteiligten Unternehmen dann gemeinsam Leichtbauvorschläge. Diese wurden bezüglich ihres Leichtbaupotenzials, der geschätzten Kostenentwicklung und des erwarteten Umsetzungsaufwands klassifiziert und in die Datenbank aufgenommen. Somit sind bilanzierende Ergebnisse in mehreren Dimensionen in der Datenbank auswertbar.

Insgesamt brachten die analysierten Bauteile 838 kg auf die Waage. Zu diesen erar-



**Bild 1:** In den massivumgeformten Komponenten eines typischen Pkw liegt ein Leichtbaupotenzial, das eine Gewichtsreduktion um etwa 42 kg ermöglicht.

„Massiver Leichtbau im Automobil“ am 18. und 19.11.2014:

## Tagung in Stuttgart bietet Experten aus der Automobilindustrie Erfahrungsaustausch

Die Initiative Massiver Leichtbau organisiert am 18. und 19. November 2014 Stuttgart die Tagung „Massiver Leichtbau im Automobil: Werkstoffe & Bauteile, Potentiale & Lösungen“. Im Mövenpick-Hotel direkt am Flughafen werden unter anderem die neuesten Ergebnisse der Leichtbaupotenzial-Studie vorgestellt. Diese Studie hatte die Initiative bei der Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen (fka) in Auftrag gegeben.

Eine Gewichtseinsparung von 42 kg im Pkw ist demzufolge möglich, verbunden mit einer deutlichen Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Die Tagung beschäftigt sich mit werkstofflichen, konstruktiven und konzeptionellen Potenzialen für Leichtbau bei massivumgeformten Bauteilen in Kraftstoffeinspritzung, Motor, Getriebe, Drehmomentübertragung und Fahrwerk. Vorgestellt

werden auch viele Forschungsansätze auf diesem Anwendungsfeld. Zahlreiche Aussteller aus der Initiative präsentieren zudem ihr Know-how in diesen Bereichen.

Ein Erfahrungsaustausch mit Experten rundet die „Lunch-to-Lunch-Veranstaltung“ ab. Sie richtet sich vornehmlich an Konstrukteure, Entwickler und Geschäftsführungen der Automobilindustrie, die OEM und Tier-1-Supplier. Anfang 2013 haben sich in der Initiative Massiver Leichtbau 15 Unternehmen der Massivumformung und neun Stahlhersteller unter dem Dach des Industrieverbands Massivumformung e. V. und des Stahlinstituts VDEh zusammengeschlossen.

Weitere Auskünfte: Dorothea Bachmann-Osenberg, Industrieverband Massivumformung, 58093 Hagen, info@massiverleichtbau.de, Tel. (0 23 31) 95 88 30, www.massiverleichtbau.de.

beiteten die Experten 399 Ideen, die kumuliert ein Gewichtsminde­rungspotenzial von 42 kg repräsentierten (Bild 1). Es erfolgte eine Kategorisierung in Felder wie werkstofflicher Leichtbau, konstruktiver Leichtbau und konzeptioneller Leichtbau. Zum besseren Verständnis werden diese Kategorien nachfolgend erläutert und anhand konkreter Beispiele vorgestellt.

### Beim werkstofflichen Leichtbau gibt es zwei Vorgehensweisen

Beim sogenannten werkstofflichen Leichtbau versucht der Massivumformer, alternative Werkstoffe zu verwenden, die es ihm gestatten, die Masse des bisher gefertigten Bauteils bei gleicher Belastbarkeit zu verringern. Dabei stehen prinzipiell zwei unterschiedliche Vorgehensweisen zur Wahl: Man kann entweder ein anderes Metall mit geringerer Dichte – Stichwort Leichtmetalle – verwenden oder innerhalb der gleichen Werkstoffklasse auf Legierungen höherer Festigkeit umstellen.

Bei einer Umstellung auf die sogenannten Leichtmetalle wie Aluminium ist zu beachten, dass diese meist nicht das Festigkeitsniveau von zum Beispiel Vergütungsstählen erreichen. Erfolgt zusätzlich auch noch eine Verfahrensumstellung, wie beispielsweise vom Gießen auf das Schmieden, so ist es meist erforderlich, das Bauteil mehr oder weniger vollständig neu zu konstruieren. Bild 2 zeigt ein viermal im Fahrzeug verbau-



Bild: A. + E. Keller

**Bild 2:** Fahrwerkslager für Hinterachse aus Aluminium.



Bild: fka RWTH Aachen

**Bild 3:** Anhängerkupplung aus hochfestem, duktilem Bainitstahl.

tes Hinterachslager, bei dem stofflicher Leichtbau angewendet wurde, indem ein Vorgängerteil in Stahlausführung durch einen Nachfolger aus Aluminium mit gleich-

	<b>LogiMAT, Stuttgart</b> 25. – 27.02.2014
	<b>METAV, Düsseldorf</b> 11. – 15.03.2014
	<b>GrindTec, Augsburg</b> 19. – 22.03.2014
	<b>HANNOVER MESSE</b> 07. – 11.04.2014
	<b>USETEC, Köln</b> 05. – 07.05.2014
	<b>CeMAT, HANNOVER</b> 19. – 23.05.2014
	<b>MEDTEC Europe, Stuttgart</b> 03. – 05.06.2014
	<b>AUTOMATICA, München</b> 03. – 06.06.2014
	<b>AMB, Stuttgart</b> 16. – 20.09.2014
	<b>Motek, Stuttgart</b> 06. – 09.10.2014
	<b>EuroBLECH, Hannover</b> 21. – 25.10.2014
	<b>COMPAMED, Düsseldorf</b> 12. – 14.11.2014
	<b>EuroMold, Frankfurt</b> 25. – 28.11.2014

09772

**MM MaschinenMarkt vor Ort**  
Besuchen Sie uns auf der Messe und stöbern Sie durch unser Produktportfolio!



---> [www.maschinenmarkt.de](http://www.maschinenmarkt.de)

 Vogel Business Media
[www.vogel.de](http://www.vogel.de)

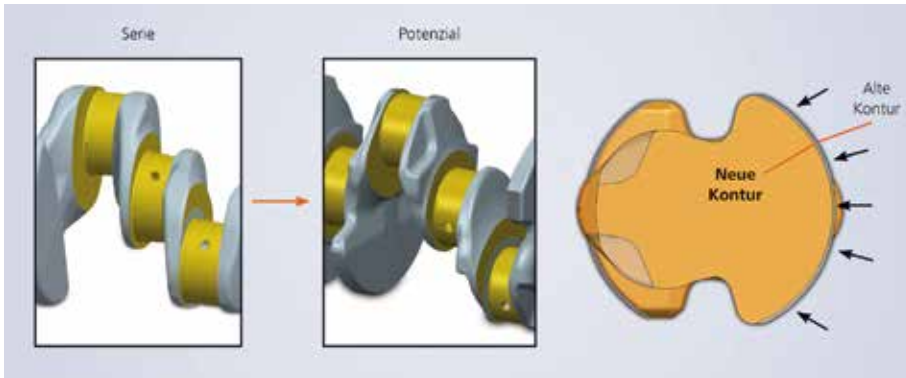


Bild: CDP Bharat Forge

Bild 4: Gegenüberstellung von Serienzustand und Leichtbauvorschlag bei einer Kurbelwelle.

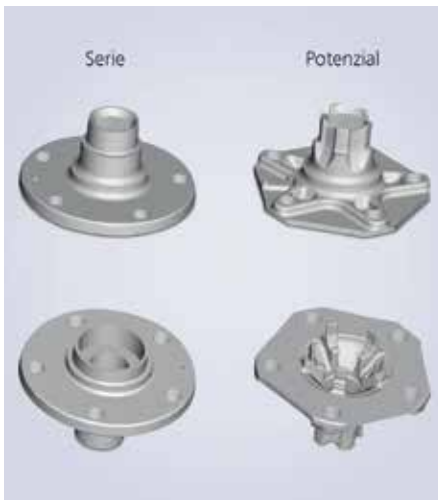


Bild: Hirschvogel Automotive

Bild 5: Gegenüberstellung der bisherigen Ausführung und des Leichtbauvorschlags bei einer Radnabe.

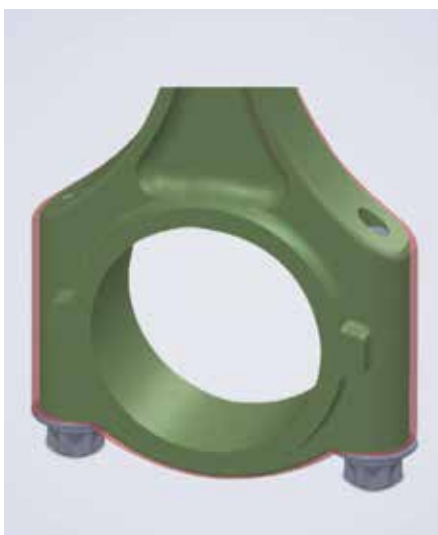


Bild: Kamax Automotive

Bild 6: Geometrisches Einsparpotenzial durch Einsatz festerer Schrauben und Reduzierung des Schraubendurchmessers bei einem Pleuel.

zeitig vergrößerter Auflagefläche ersetzt wurde. Das neue Lager ist nicht nur hohl ausgeführt, sondern weist zudem innen einen Hinterschnitt auf. Diese Innenkontur ist

durch Kaltmassivumformung kostengünstig zu erstellen.

Die zweite Alternative für den Konstrukteur besteht darin, innerhalb der gleichen Werkstofffamilie Legierungen mit höherer Festigkeit zu wählen. Gerade in der Massivumformung wurden in den letzten Jahren leistungsfähige neue Werkstoffkategorien entwickelt. Besonderes Interesse gilt dort den neuen hochfesten, duktilen bainitischen HDB-Stählen, die sich im Vergleich mit den vielfach eingesetzten ausscheidungshärtenden ferritisch-perlitischen AFP-Stählen bei vergleichbaren Kosten durch deutlich höhere Festigkeit bei zugleich hoher Zähigkeit auszeichnen. Ein Beispiel ist die in Bild 3 gezeigte Anhängerkupplung, für die eine mögliche Gewichtsreduzierung von 10 % ermittelt wurde.

**Konstruktiver Leichtbau erfordert Kenntnis der Belastungsverläufe**

Beim konstruktiven Leichtbau wird versucht, das Leichtbauziel durch konstruktive Veränderungen der Bauteilgeometrie zu erreichen. Dabei wird in erster Linie eine möglichst gleichmäßige Ausnutzung des Materialvolumens beziehungsweise eine möglichst dünnwandige Konstruktion angestrebt. Voraussetzung ist eine genaue Kenntnis der Belastungsverläufe im Bauteil, wofür in der Regel Finite-Elemente-Analysen eingesetzt werden.

Anschauliches Beispiel für eine solche konstruktive Leichtbaulösung ist die geometrische Optimierung einer Kurbelwelle durch Einsmiedung von Einschnürungen im Bereich der Hublager (Bild 4). Eine überschlägige Wuchtberechnung zeigte, dass dadurch auch an den Gegengewichten Werkstoff eingespart werden konnte.

Im Fahrwerk ergaben sich zahlreiche Leichtbauanregungen für die Radnaben. Diese Bauteile wurden bislang – eher unter wirtschaftlichen Prioritäten denn unter Leichtbauaspekten – rotationssymmetrisch

ausgelegt. Ihre Gesamtmasse beträgt 6,96 kg. Die hier vorgestellte Lösung ist recht ambitioniert und erfordert erhebliche Veränderungen der Verfahrenstechnik. In einem ersten Schritt wurde zunächst der Flansch durch Einschnürungen in eine pentagonale Außenkontur überführt (Bild 5). Für die Befestigungsaufgabe der Felgen verbleiben lediglich fünf einzelne Stege in der erforderlichen Stärke. Zudem wurde der Lagersitz der Nabe unterbrochen und auf der dem Lagerzapfen abgewandten Seite eine steifigkeitsfördernde Innenkontur vorgesehen. Auch der bisherige Zentrierring für die Felgenbohrung wurde mehrfach unterbrochen. Das Gesamteinsparpotenzial betrug für alle vier Naben 2,88 kg.

**Konzeptleichtbau erreicht häufig eine signifikante Verringerung der Masse**

Beim Konzeptleichtbau, teilweise auch als Systemleichtbau bezeichnet, betrachtet man die Auswirkungen der Änderung an einer spezifischen Komponente auf das zugehörige Teil- oder Gesamtsystem [3]. Gewichtseinsparungspotenziale ergeben sich durch die entsprechenden gegenseitigen Anpassungen. Dadurch wird das Gewicht des Gesamtsystems gesenkt. Diese Vorgehensweise erfordert zwar oft erhebliche Änderungen an Design und Anordnung der Komponenten (Package), führt in der Summe aber oft zu einer signifikanten Verringerung der Gesamtmasse.

Beispiel für eine solche Vorgehensweise ist die Umstellung der Verbindung der Lagerschalen eines Pleuels auf Verbindungselemente mit höherer Festigkeit (Bild 6). Dadurch kann der Pleuel unter Beibehaltung der erforderlichen Wanddicken schmaler und dünner ausgeführt werden. Zudem ergeben sich gerade bei solchen Gewichtsmininderungen an bewegten Massen größere Sekundäreffekte im Motor, die wiederum weiteres Verbesserungspotenzial an Lagern oder Ausgleichswellen ermöglichen. Bei vollständiger Berücksichtigung dieser Sekundäreffekte ergibt sich ein Gewichtsmininderungspotenzial von circa 1 kg.



**Literatur:**

- [1] Raedt, Hans-Willi; Wilke, Frank; Ernst, Christian-Simon (2014): „Initiative Massiver Leichtbau, Leichtbaupotenziale durch Massivumformung“. In: ATZ 116 (2014), Nr. 3, S. 58–64.
- [2] Severin, Frank (2014): Massiver Leichtbau – Potenziale massivumgeformter Komponenten. Industrieverband Massivumformung, Hagen. ISBN: 978-3-928726-33.
- [3] Henning, Frank; Moeller, Elvira (2011): Handbuch Leichtbau. Methoden, Werkstoffe, Fertigung. München: Carl Hanser Verlag. ISBN: 978-3-446-42267-4.