



Forschungsverbund „Massiver Leichtbau“ erfolgreich beendet – Motivation, Zielsetzung und Ergebnisse

In sechs Teilprojekten haben Forscherinnen und Forscher aus zehn Instituten von 2015 bis 2018 neue Stahl- und Stahlhybridlösungen für den Fahrwerks- und Antriebsstrang erarbeitet, um mithilfe neuer Stahlwerkstoffe und Bauteilkonstruktionen sowie Fertigungsmethoden den Antriebsstrang von Automobilen noch leichter zu machen und trotzdem höchste Lebensdauererwartungen zu erfüllen.

AUTOREN



**Dr.-Ing.
Christoph Keul**

ist Mitarbeiter
im Forschungsmanagement
bei der Forschungsvereinigung
Stahlanwendung e.V. (FOSTA) in Düsseldorf



Dorothea Bachmann Osenberg

ist die Marketingverantwortliche
der Initiative Massiver Leichtbau und leitet
den Fachbereich Presse-
und Öffentlichkeitsarbeit
im Industrieverband Massivumformung e.V.



**Prof. Dr.-Ing.
Hans-Werner Zoch**

ist Geschäftsführender Direktor
des Leibniz-Instituts
für Werkstofforientierte Technologien (IWT)
und Professor für Werkstofftechnik
an der Universität Bremen sowie Sprecher
des Forschungsverbands „Massiver Leichtbau“

Wesentliche Zielgrößen aktueller und zukünftiger Entwicklungen im Fahrzeugbau sind die Reduzierung des Verbrauchs und damit der CO₂-Emissionen. Eine Schlüsseltechnologie stellt hierbei der Leichtbau dar, der auch für die Elektromobilität eine hohe Bedeutung hat, um die bekannt hohen Gewichte der Energiespeichersysteme kompensieren zu können. Ein revolutionärer Schritt als Antwort auf kurz zuvor erstmals vorgestellte Ganz-Aluminium-Karosserien, das Gewicht damaliger Fahrzeugkarosserien zu verringern, waren in den 1990-er Jahren die von WorldAutoSteel durchgeführten Ultra Light Steel Auto Body (ULSAB)-Projekte. Diese Erfolge setzten sich bislang jedoch nicht im gleichen Maße bei anderen Komponenten eines Fahrzeugs wie zum Beispiel dem Antriebsstrang, das heißt Motor und Getriebe bis zu den Radlagerungen, fort. Dessen Herstellung erfolgt stark arbeitsteilig auf verschiedene Unternehmen und Branchen aufgeteilt, was wiederum oft Innovationen erschwert. 2013 griff eine Initiative von deutschen Unternehmen der Massivumformung und Stahlherstellern die Herausforderung in einer ersten Phase auf und demonstrierte erste nennenswerte Potenziale zur Gewichtsreduzierung unter Anwendung bekannter Werkstoffe und Verfahren (Phase I; siehe www.massiverLEICHTBAU.de).

Der Forschungsverbund „Massiver Leichtbau – Innovationsnetzwerk für Technologiefortschritt in Bauteil-, Prozess- und Werkstoff-Design für massivumgeformte Bauteile der Automobiltechnik“ – entstanden aus dem Ideenwettbewerb „Leittechnologien für KMU“ der IGF des BMWi über die AiF – erarbeitete seit 2015 mit zehn Instituten und über 60 Unternehmen in sechs Teilprojekten die Nutzung gänzlich neuer Leichtbaupotenziale in Antriebsstrang und Fahrwerk. Innerhalb dieses Verbunds wurden hierbei interdisziplinär die an der gesamten Zulieferkette beteiligten Fachgebiete Konstruktion, Werkstoffentwicklung, Fertigung und Innovationsmanagement miteinander verknüpft.



Bild 1: Dr. Thomas Kathöfer, Werner Loscheider, Prof. Hans-Werner Zoch, Dr. Hans-Joachim Wieland (von links) bei der Abschlussveranstaltung des IGF-Forschungsverbands „Massiver Leichtbau“ am 11.10.2018

Nach mehr als drei Jahren intensiver Forschungsarbeit wurden am 11.10.2018 in Düsseldorf bei der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA) die Ergebnisse des Forschungsverbands „Massiver Leichtbau“ in einer umfassenden Abschlussveranstaltung unter Beteiligung von Vertretern der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF), Köln, dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin, und Experten aus Industrie und Wissenschaft sowie den eingebundenen Forschungsvereinigungen präsentiert. Eröffnet wurde die Veranstaltung durch Ministerialrat Werner Loscheider, Referatsleiter Bauwirtschaft, Ressourceneffizienz und Leichtbau des BMWi, und Dr. Thomas Kathöfer, Hauptgeschäftsführer der AiF e.V. (Bild 1).

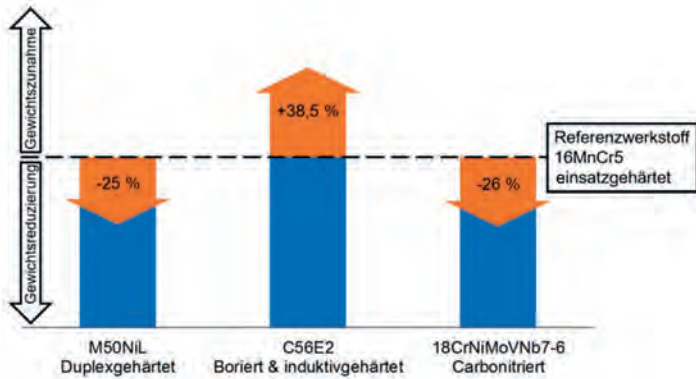


Bild 2: Relatives Leichtbaupotenzial von Hochleistungszahnradern in Bezug auf die realisierbare Verzahnungsbreite unter Einhaltung einer Mindest-Grüben-sicherheit $S_{Hmin} = 1,2$ und einer Mindest-Zahnfußsicherheit $S_{Fmin} = 1,4$ [1]

Neben der Betrachtung des Lebenszyklus unter den Gesichtspunkten Ressourceneffizienz und CO_2 -Bilanz sowie der Identifizierung von Innovationshemmnissen durch einen zu geringen Wissenstransfer und einer bislang zu geringen Umsetzungsbereitschaft neuer Technologien in einer sehr stark arbeitsteiligen Prozesskette, waren neuartige Werkstoffkonzepte und Fertigungstechniken die zentralen Themen der vorgestellten Projekte, die folgend beispielhaft adressiert werden.

Die Leistungsfähigkeit von Zahnradern kann durch angepasste Werkstoffe und Wärmebehandlungen gesteigert werden (Bild 2). Im Forschungsverbund wurden hierfür verschiedene Ansätze verfolgt [1].

- Einsatz eines Hochleistungsstahls M50NiL in Verbindung mit einer Wärmebehandlung bestehend aus einem Einsatzhärten (Aufkohlen) mit anschließendem mehrfachem Anlassen und Tiefkühlen sowie einem Plasmanitrieren zur weiteren Erhöhung der Randschichthärte und zum Einbringen erhöhter Druckeigenspannungen
- Leistungssteigerung der Flankentragfähigkeit aufgrund einer gesteigerten Oberflächenhärte durch die Kombination des Borierens mit einer nachträglichen induktiven Randschichthärtung
- Entwicklung eines mikrolegierten Einsatzstahls auf Basis des Stahls 18CrNiMo7-6 und Anpassung des Einsatzhärtens (Carbonitrieren) zur Steigerung der Zahnradtragfähigkeit

Im Zuge der Auslegung eines neuartig konzipierten Kolbenbolzens mit spiralförmiger Innengeometrie erfolgte zunächst eine Sensitivitätsanalyse zur Bestimmung des Einflusses der Parameter der Innenkonturierung auf die statische Festigkeit, Steifigkeit und Bauteilgewicht

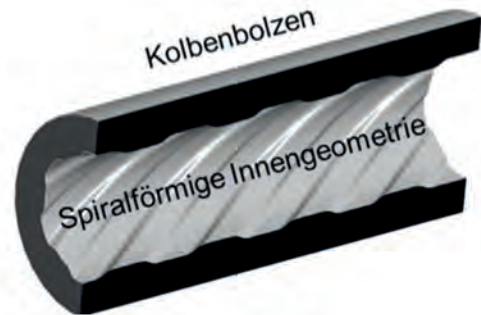


Bild 3: Kolbenbolzen mit spiralförmiger Innengeometrie [2]

(Bild 3). Dabei wurde festgestellt, dass ein Kolbenbolzen mit angepassten Parametern der spiralförmigen Innengeometrie diese funktionalen Anforderungen mit einem um etwa 4 bis 8 Prozent reduzierten Bauteilgewicht erfüllen kann. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde eine optimierte Innenkonturierung ausgelegt, welche ein reduziertes Bauteilgewicht mit einer gleichbleibenden Steifigkeit kombiniert [2].

Für die Herstellung geschmiedeter Radnaben in Hybridbauweise kann das Verbundschmieden genutzt werden, um Bauteile aus mehreren Werkstoffen effizient durch das Kombinieren der Prozessschritte „Formgebung“ und „Fügen“ herzustellen (Bild 4). Das sich unterscheidende Fließverhalten unterschiedlicher Materialien der Rohteile ist hierbei die zu bewältigende Herausforderung. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Stahl-Aluminium-Radnaben aus den Werkstoffen C60 und EN AW 6182 sowie Stahl-Stahl-Radnaben aus den Vergütungsstählen 30CrNiMo8 und C60 hergestellt [3].

„Mit der Veranstaltung und den zur Verfügung stehenden Berichten zu den Teilprojekten wird die Umsetzung der Ergebnisse in die Industrie gefördert, um den Standort Deutschland in der Wertschöpfungskette, sprich die Unternehmen der Stahlherstellung, der Massivumformung und deren Kunden zu stärken. Wichtig ist, dass die Bedeutung des Werkstoffs Stahl durch die Ergebnisse in Sachen Leichtbau für Bauteile der Massivumformung weiter gefestigt wird“, erklärt Professor Hans-Werner Zoch, Geschäftsführender Direktor des am Projekt beteiligten Leibniz-Instituts für Werkstofforientierte Technologien (IWT) und Professor für Werkstofftechnik an der Universität Bremen sowie Sprecher des Forschungsverbunds.

In enger Zusammenarbeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie Unternehmen aus den projektbegleitenden Ausschüssen wurden die Untersuchungen in vorwettbewerblichen Forschungsvorhaben durch die industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) des BMWi, gefördert. Organisiert und getragen wurde der Forschungsverbund durch vier Forschungsvereinigungen der AiF: der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik e.V., Bremen (AWT), der

Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V., Frankfurt (FVA), der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V., Hagen (FSV) und federführend der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf.

Die Abschlussberichte des Forschungsverbunds werden voraussichtlich ab Mai 2019 bei der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA) zu erwerben sein.



Bild 4: Ablauf zum Verbundschmieden hybrider Radnaben [3]

Quelle Bild 2 – 4: Handout zur Abschlussveranstaltung des Forschungsverbunds Massiver Leichtbau – Innovationsnetzwerk für Technologiefortschritt in Bauteil-, Prozess- und Werkstoff-Design für massivumgeformte Bauteile der Automobiltechnik“ am 11.10.2018 in Düsseldorf



[1] Teil „Hochleistungszahnrad“, Clemens Neipp, Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK), RWTH Aachen; Holger Surm, Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien (IWT), Bremen; Michael Otto, Christian Weber, Technische Universität München, Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG)

[2] Teil „Kolbenbolzen“, Nadja Missal, Universität Stuttgart, Institut für Umformtechnik (IFU)

[3] Teil „hybride Radnabe“, Julian Diefenbach, Philipp Kuwert, Leibniz Universität Hannover, Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM)