

Energieeffizienz durch Leichtbau

Die nachhaltige Senkung der CO₂-Emissionen zählt zu den globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Nahezu alle Industriebereiche arbeiten an Konzepten und Technologien, die den Folgen des Klimawandels Rechnung tragen. Hauptstoßrichtung ist der effizientere Umgang mit den vorhandenen Ressourcen. Im Bereich der Mobilität heißt dies neben der Optimierung der Wirkungsgrade der Motoren bzw. dem vermehrten Einsatz neuer Antriebstechnologien vor allem die Optimierung der zu bewegenden Masse. Trotz zahlreicher Anstrengungen in diese Richtung ist es in den vergangenen Jahren nicht gelungen, das Gesamtgewicht von Fahrzeugen signifikant zu reduzieren. Im Gegenteil, durch immer neue Komfort- und Sicherheitsanforderungen ist weiterhin ein Gewichtsanstieg zu verzeichnen. Dieser Trend muss möglichst schnell gestoppt und mittelfristig umgekehrt werden. Es gilt Konzepte zu finden, die ökologisch wie ökonomisch sinnvoll sind und zugleich den wachsenden Sicherheitsanforderungen Rechnung tragen.

Nordrhein-Westfalen hat dabei aufgrund seiner Infrastruktur eine ausgezeichnete Chance, sich europaweit als Impulsgeber zu positionieren. Hierfür spricht nicht nur ein dichtes Netzwerk von Hochschulen, sondern auch die zahlreichen in Nordrhein-Westfalen ansässigen Akteure aus der Wirtschaft. Dabei ist keineswegs nur die Automobilwirtschaft gefordert. Vom Maschinenbau über die Kunststoff- und Chemieindustrie



Herstellung eines Rundgeflechts als Verstärkungsstruktur für ein Faserverbundbauteil (Quelle: ITA - RWTH Aachen)

bis hin zur Nanotechnologie – nur durch eine intensive Zusammenarbeit lassen sich zukunftsweisende Leichtbaukonzepte realisieren. Energieeffizienz durch Leichtbau ist damit ein weiteres ausgezeichnetes Beispiel für Cross-Innovationen in Nordrhein-Westfalen.

Die Technologien sind vorhanden

Die bisher laufenden Entwicklungsvorhaben zur Gewichtsreduzierung von Automobilen zielen in zwei Richtungen. Zum einen ist, unter Verwendung klassischer Automobilwerkstoffe wie Stahl oder Aluminium, ein klarer Trend zu hoch- und höchstfesten Leichtbaustrukturen zu erkennen. Zum anderen wird zunehmend der Weg beschritten, über eine Materialsubstitution von Stahl oder Aluminium durch neue Materialien wie faserverstärkte Kunststoffe (FVK) erhebliche Gewichtsreduzierungen zu erzielen.

Im Stahlbereich konnten in jüngster Vergangenheit wegweisende Studien und Projekte umgesetzt werden. So wird etwa das Presshärten in Zukunft eine zentrale Rolle einnehmen. Bei diesem Verfahren werden höherfeste Bleche zunächst auf ca. 900° Celsius bis 950° Celsius erhitzt und dann zur Umformung in spezielle, kühlbare Werkzeuge eingesetzt. Ähnlich wird auch bei den Aluminiumwerkstoffen verfahren. Insgesamt bietet dabei die Verwendung von Stahl gegenüber Aluminium einen deutlichen Kostenvorteil. Unabhängig davon ist vor allem der Einsatz innovativer Umformtechnologien von zentraler Bedeutung. Ein Beispiel für das erhebliche Potential des Werkstoffes Stahl ist der von der Firma ThyssenKrupp entwickelte NewSteelBody. Insgesamt konnten mit diesem Projekt im Hinblick auf die

Seite 28 ■

Kontakt:



Lothar Schneider
Tel. 0208 – 9 92 55 00
schneider@autocluster.nrw.de



Dipl.-Ing. Harald Cremer
Tel. 0211 – 38 54 59 11
harald.cremer@nmw.nrw.de



Prof. Dr. Michael Droescher
Tel. 0211 – 6 79 31 43
michael.droescher@evonik.com



Dr. Bärbel Naderer
Tel. 0211 – 6 79 31 70
naderer@kunststoffland-nrw.de



Dr. Frank-Michael Baumann
Tel. 0211 – 86 64 20
baumann@energieregion.nrw.de



Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hans-Jürgen Alt
Tel. 0211 – 68 77 48 16
hans-juergen.alt@produktion.nrw.de

Konstruktion einer Referenzkarosserie 24 Prozent des Gewichts eingespart werden. Allerdings ist ein Teil des Potentials dieser und anderer Studien von den Automobilherstellern in aktuellen oder sich in der Entwicklung befindlichen Fahrzeugmodellen bereits realisiert worden. Da höchstfeste Stähle außerdem nicht in allen Bereichen verwendet werden können, sind die Einsatzfelder für die Zukunft deutlich geringer.

Vor dem Hintergrund dieser Tatsache sind deswegen langfristig vor allem über Materialsubstitutionen durch neue Materialien wie faserverstärkte Kunststoffe (FVK) erhebliche Gewichtseinsparungen zu erzielen. Schon heute spart der vermehrte Einsatz von Kunststoffen allein in PKWs deutschlandweit mehr als 400 Millionen Liter Kraftstoff pro Jahr. Zu den wichtigsten Materialien zählen dabei kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK). In ihrer Struktur Grafit nicht unähnlich, sind sie sehr leicht und stabil, überzeugen durch geringe Abnutzung sowie durch eine gute Vibrationsdämpfung und elektrische Leitfähigkeit. Eingesetzt werden sie zum Beispiel als Seitenteile, Türen oder Unterbodenstreben.

Neue Produktgestaltung mit Carbon Nanotubes

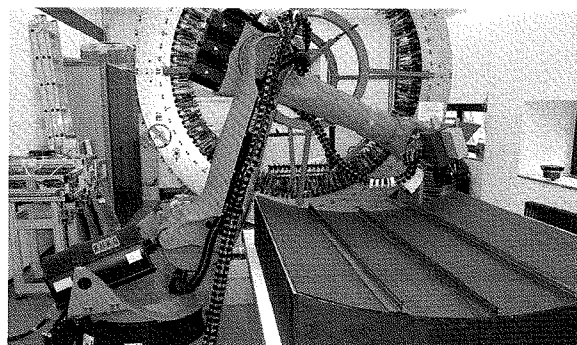
Völlig neue Perspektiven in technologischer wie wirtschaftlicher Hinsicht eröffnen sich durch synthetische Werkstoffe wie die sogenannten Carbon Nanotubes (CNT). Schätzungen gehen davon aus, dass der Markt mit einer jährlichen Rate von 25 Prozent bis 2013 wachsen wird. In zehn Jahren soll er eine Größe von rund zwei Milliarden US-Dollar erreichen. Allein in Deutschland könnten bis zu 100.000 neue Arbeitsplätze durch die Nanotechnologie geschaffen werden. Carbon Nanotubes sind mikroskopisch kleine Kohlenstoffnanoröhren mit einer Vielzahl ganz außergewöhnlicher Eigenschaften. Bezogen auf ihr Gewicht haben sie beispielsweise eine bis zu 400-fach höhere spezifische Festigkeit als Stahl oder Aluminium und eine bis zu 20-fach höhere Festigkeit als Karbonfasern. Darüber hinaus verfügen sie über eine enorm hohe Leitfähigkeit für elektrischen Strom und Wärme. Wissenschaftliche Schätzungen gehen davon aus, dass ihre Strombelastbarkeit bis zu 1.000-mal höher ist als die von Kupferdrähten. Die Wärmeleitfähigkeit liegt ungefähr doppelt so hoch wie bei Diamanten – dem besten bisher bekannten Wärmeleiter. Zusätzlich bieten sie vielfältige Innovationspotentiale bei der Gestaltung von Karosseriestrukturen und Oberflächen. Durch diese mechanischen, elektronischen und thermischen Eigenschaften ermöglichen sie eine vollkommen neue Produktgestaltung für eine nachhaltige Gewichtsreduzierung. Zu ihrer Herstellung existieren bisher drei Verfahren: die Lichtbogenentladung, die Laserablation sowie die katalytische Zersetzung. Alle drei Verfahren sind mittlerweile so weit entwickelt, dass gezielt gleichmäßige CNT hergestellt und im industriellen Maßstab verfügbar gemacht werden können.

Die Herausforderungen liegen im Produktionsverfahren

Obwohl in verschiedenen Projekten bereits gezeigt werden konnte, dass gegenüber dem konventionellen Stahlbau durch die Verwendung von CFK-Materialien bis zu 50 Prozent Gewicht eingespart werden konnte, verbindet all diese innovativen Materialien ein gemeinsames Problem: Ihr entscheidender Nachteil liegt in den aktuell noch deutlich zu hohen Werkstoff- und Fertigungskosten. Als Konsequenz werden entsprechende Bauteile nur in wenigen Fahrzeugen des Hochpreissegments mit entsprechend kleinen Stückzahlen eingesetzt. Um eine deutliche Kostenreduktion in der Produktion zu erreichen – und damit fortschrittliche Leichtbaukonzepte für die Massenproduktion anwendbar zu machen –, müssen die vielen manuellen Fertigungsschritte automatisiert bzw. optimiert werden. Hieran arbeitet beispielsweise die Universität Paderborn. Sie hat in engem Schulterschluss mit Akteuren aus der Wirtschaft verschiedene Innovationsstufen definiert.

Da der Einsatz teuren CFK-Materials über das gesamte Bauteil in vielen Fällen überhaupt nicht erforderlich ist, ist ein wichtiger Ansatz, konventionelle Stahlbauteile durch Hightech-Materialien nur an besonders belasteten Stellen zu verstärken. Hierzu ist ein Produktionsverfahren zu entwickeln, das es ermöglicht, vorgeformte und ausgehärtete CFK-Formteile in entsprechende Stahlbauteile einzubringen. Mit diesem entscheidenden Punkt alleine lassen sich bereits neue Einsatzfelder erschließen, die zu Gewichtsreduzierungen in Fahrzeugen führen werden.

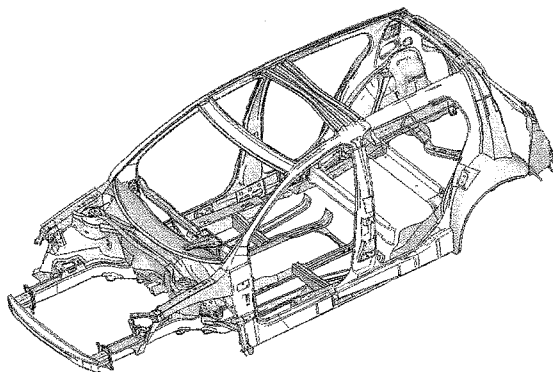
In der zweiten Innovationsstufe soll als weitere Voraussetzung zum Einsatz von Hybridbauweisen in der Großserie eine erhebliche Kostenreduzierung insbesondere auch in der Fertigungskette erzielt werden. Der Lösungsweg setzt bei dem bereits fertig hergestellten Warmformbauteil an. Gegenüber der konventionellen Lösung wird hier ein noch nicht ausgehärtetes CFK-Material in das Bauteil eingepresst, wobei die Restwärme zur Teilaushärtung und Fixierung des CFK-Teils genutzt wird. Eine endgültige Aushärtung kann beim Automobilhersteller erfolgen.



Textiles Preforming: Roboter-gestützte Herstellung endkonturnaher Verstärkungstextilien für Faserverbundbauteile (Quelle: ITA – RWTH Aachen)

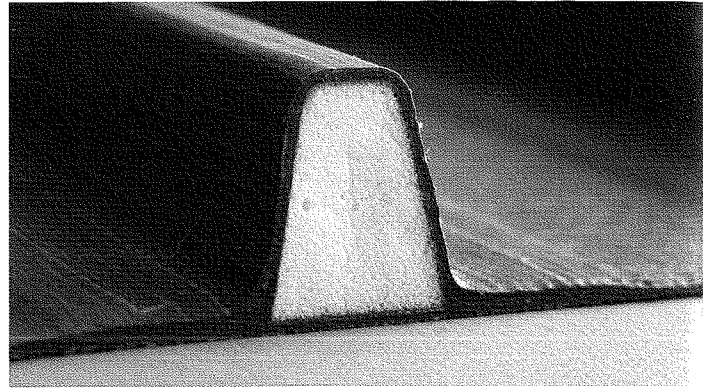
In der dritten Innovationsstufe wird bei der Herstellung von völlig neuen Halbzeugen angesetzt. Die Idee ist es, partiell plattierte Werkstoffe zu verwenden, d.h. Halbzeuge, deren Schichten durch den Einsatz spezieller, lokal aufgebracht Trennmittel in bestimmten Bereichen definiert auftrennbar sind, um diese zum Beispiel zur Ausformung von Hohlstrukturen oder Taschen zu nutzen. In diese Taschen können dann lokale Verstärkungen (z.B. Prepregs) eingebracht werden. Da die lokale Verstärkung in diesen Fällen innerhalb des Blechhalbzeugs liegt, kann das komplette Hybridbauteil durch eine einzige Umformoperation hergestellt werden. Eine Fixierung der lokalen Verstärkung ist nicht erforderlich. Darüber hinaus können die so hergestellten Bauteile direkt weiterverarbeitet, also zum Beispiel in die Rohkarosserie eingeschweißt werden. Eine Aushärtung der Verstärkung kann dann im Lackierprozess beim Automobilhersteller erfolgen. Ein weiterer technologischer wie wirtschaftlicher Vorteil besteht darin, dass durch den Multilayeraufbau die Möglichkeit zur Innenhochdruckumformung und damit zur einstufigen Herstellung eines geschlossenen Profils bzw. einbaufertigen Bauteils mit hoher Bauteil- und Wiederholgenauigkeit besteht.

Die Anwendung von lokal verstärkten Karosseriestrukturen untersuchen die Paderborner Forscher in Zusammenarbeit mit dem Institut für Kraftfahrzeuge der RWTH Aachen University (ika). Hier werden im direkten Dialog mit der Automobil- und Zulieferindustrie anhand ausgewählter Bauteilbeispiele konkrete Umsetzungsmöglichkeiten aufgezeigt und in Form von Demonstratorbauteilen exemplarisch realisiert. Themenschwerpunkte der anwendungsorientierten Entwicklung sind demzufolge Werkstoffcharakterisierung, Auslegung (Crash und Steifigkeit), Fertigungsprozesse und Fügetechnik sowie die Wirtschaftlichkeitsanalyse.



Strukturbauteile mit Potential zum Leichtbau durch lokale Verstärkungen (Quelle: ika – RWTH Aachen)

Um neben den Potentialen der CFK-Materialien auch die Möglichkeiten der Carbon Nanotubes für neue Technologien und Anwendungen weiter voranzutreiben, haben sich Anfang des Jahres rund 70 Partner aus Industrie und Wissenschaft zur „Inno.CNT“ zusammengeschlossen. Dazu stellen die Partner 40 Millionen Euro zur



Stringer-Sandwich-Struktur für ein Leichtbauelement in der Luft- und Raumfahrt (Quelle: ITA – RWTH Aachen)

Verfügung. Hinzu kommt das Engagement des Bundes mit rund 40 Millionen Euro bei einer Laufzeit von vier Jahren. Darüber hinaus wollen die beteiligten Unternehmen zusätzlich bis zu 200 Millionen Euro in die Weiterentwicklung dieser Technologien und Anwendungen investieren. Die Leitung der Innovationsallianz hat Bayer MaterialScience übernommen.

Cluster helfen, Lösungswege zu finden

Der Transport- und Mobilitätssektor ist in Deutschland einer der Grundpfeiler für Wirtschaftskraft, Exportfähigkeit und Wohlstand. Nahezu jeder siebte Arbeitsplatz hängt hierzulande direkt oder indirekt an der Fahrzeugindustrie, so dass die Stärkung dieses Wirtschaftszweigs durch Innovationen auch für den Standort eine unverzichtbare Bedeutung hat. Eine wichtige strategische Ausrichtung der Clusterarbeit innerhalb dieser Cross-Innovation ist es deswegen, die vielfach begonnenen Lösungsansätze weiter voranzutreiben. Vor allem die entsprechenden Produktionsverfahren müssen so weit optimiert werden, dass sie auch für eine wirtschaftlich tragfähige Massenapplication taugen und damit hohen volkswirtschaftlichen Nutzen stiften. Diese Aufgabe greifen die Cluster AutoCluster.NRW, EnergieRegion.NRW, NMW.NRW und ProduktionNRW gemeinsam auf, die die Unternehmen bei Innovationen auf diesem Gebiet unterstützen und die Leistungsfähigkeit der NRW-Firmen in diesem Segment auf der METAV 2010 in Düsseldorf und auf der Hannover Messe Industrie 2010 in der Fachausstellung MobiliTec präsentieren werden.

Darüber hinaus muss der Frage nach neuen Einsatzgebieten für Kunststoffe, vor allem in Elektrofahrzeugen, weiter nachgegangen werden. In einer federführend vom Institut für Kraftfahrzeuge der RWTH Aachen University (ika) durchgeführten Studie, haben sich, initiiert von Kunststoff.NRW, Unternehmen der Kunststoffbranche aus Nordrhein-Westfalen zu einem Verbundprojekt zusammengeschlossen. Die interdisziplinär angelegte Untersuchung fördert den Austausch innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette. Ergebnisse sind Ende 2009 zu erwarten.