

AUTOMOBIL INDUSTRIE

INSIGHT

LEICHTBAU

Genial einfach



Wir bringen die NEWS

- » **Daily News** [Montag - Freitag]
- » **Leidenschaft Automobil** [Samstag]
- » **Motorsport Engineering News** [14-täglich]
- » **Elektronik News** [Monatlich]

**Newsletter registrierungsfrei
abonnieren!**
www.automobil-industrie.de/newsletter



„GROSSES POTENZIAL – AUCH FÜR ZULIEFERER“

Digitalisierung, Vernetzung, autonomes Fahren, Elektrifizierung: „Drängen diese automobilen Megatrends den Leichtbau in den Hintergrund?“, fragte ich in der Podiumsdiskussion auf dem »Automobil Industrie«-Leichtbau-Gipfel im März dieses Jahres (s. Bildergalerie ab Seite 12). „Keineswegs“, sagte Florian Schek, Leiter Leichtbau und Gewicht der BMW Group, „diese Themen kommen auf die bestehenden Anforderungen an die Fahrzeugarchitektur obendrauf, und sie machen den Leichtbau weiterhin notwendig, um Lastgrenzen einzuhalten.“ Jürgen Wesemann von Ford ergänzte: „Leichtbau hat definitiv eine Zukunft, da es dort noch erhebliche Potenziale gibt.“

Dabei gilt: Direkt zahlt der Endkunde im „normalen“ Pkw nicht für den Leichtbau. Indirekt aber schon – für die höhere Sicherheit, eine Individualisierung in der Außenhaut oder die bessere Quer- und Längsdynamik. „Fahrzeuge sind emotionale Produkte, und zur Emotionalität gehört die Dynamik“, bekräftigte Heinrich Timm, ehemaliger Audi-Manager und ausgewiesener Leichtbauexperte: „Solange wir noch selbst fahren, wird es immer den Anspruch geben, Leichtbau umzusetzen“ (ab S. 8).

Insbesondere die Elektrifizierung des Antriebsstrangs, um künftige CO₂-Ziele zu erreichen, gibt dem Leichtbau neuen Schwung. „Dadurch kommt zunächst einmal zusätzliches Gewicht ins Fahrzeug – in Form von Batterie, Leistungselektronik und E-Motoren. Oder in Form des Gehäuses, das die Batterie vor äußeren Einflüssen bzw. einem Crash schützt“, erläutert Bernd

Mlekusch, Leiter des Audi-Leichtbauzentrums Neckarsulm. „Das stellt in Bezug auf die richtige Materialauswahl und Bauweise neue und besonders hohe Anforderungen an uns Karosserieentwickler.“

Weil der Hochlauf der Elektromobilität nun aber beschlossene Sache ist und sich reine Elektrofahrzeuge mit den bisherigen Baukästen nicht optimal umsetzen lassen, arbeiten die OEMs intensiv an neuen Fahrzeugarchitekturen. „Anderenfalls müsste man viel zu viele Kompromisse eingehen“, erklärt Mlekusch. „Unser Ansatz lautet deshalb: Revolution im Konzept und Evolution im stofflichen Leichtbau. Das bietet großes Potenzial – auch für die Zulieferer“ (ab S. 18).

Es bleibt also dabei: Der Aufwand für Leichtbau lohnt sich. Er wird als Effizienztechnologie auch künftig eine bedeutende Rolle im Automobilbau einnehmen. Viel Spaß bei der Lektüre unseres Specials!

Die Elektromobilität gibt dem Leichtbau neuen Schwung.



CLAUS-PETER KÖTH, CHEFREDAKTEUR
»AUTOMOBIL INDUSTRIE«

Die »AI«-Redaktion (v. re.):
Claus-Peter Köth, Jens
Scheiner, Christian Otto,
Thomas Günnel,
Wolfgang Sievernich.





Die Prozesstechnik für Verbundwerkstoffe „xFK in 3D“ ermöglicht ultraleichte Strukturbauteile.

Ab Seite **54**



Themenpartner dieser Ausgabe:



FOTO TITELSEITE: AMC

3 Editorial

PERSPEKTIVEN

- 8** Wie man Leichtbau an die richtige Stelle bringt – auf dem »Automobil Industrie«-Leichtbau-Gipfel wurde klar, dass es dabei gilt, Denkmuster aufzubrechen
- 12** Impressionen vom »Al«-Leichtbau-Gipfel 2016
- 16** Lars Fredriksson von Altair zu den Vorteilen der simulationsgetriebenen Entwicklung

STRATEGIEN DER ZULIEFERER

- 32** Leicht und serienreif: Brose forciert die Entwicklung von glasfaserverstärkten Thermoplasten
- 35** ElringKlinger setzt auf Polymer-Metall-Hybride
- 37** Interview mit ElringKlinger-Chef Stefan Wolf: „Wir sehen noch Potenzial“

FERTIGUNG

- 38** Produktionskapazität erhöht: In Wackersdorf fertigt BMW Bauteile aus CFK
- 40** Bis zu 50 Prozent leichter: Die Dachsysteme von Webasto

MATERIALIEN

- 46** Interview mit Wolfgang Mitterdorfer und Peter Bernscher von Voestalpine zu den Vorteilen des presshärtenden Stahls



- 48** Die direkte Warmumformung von verzinktem Material ermöglicht große Stückzahlen an Karosseriebauteilen
- 50** Mit Legierungen von Constellium wird Aluminium hochfest
- 54** Genial einfach: Die Faserverbund-Innovation „xFK in 3D“
- 57** Die Autotest AG entwickelt sich zum Leichtbauspezialisten
- 59** Interview mit Autotest-Firmengründer Josef Unterholzner: „Keine Angst, aber immer Respekt“
- 60** Tecosim und ABC arbeiten an der Industrialisierung der Prozesstechnik „xFK in 3D“

WISSENSCHAFT & FORSCHUNG

- 63** Bei der additiven Fertigung kann die Automobilindustrie vom Flugzeugbau lernen
- 65** Vorbild Natur – Leichtbau nach Art der Algen

STRATEGIEN DER OEMS

- 6** BMW 7er: Leichtbau ist mehr als nur Gewichtsverlust
- 18** Audi R8 und Q7: Leichtbau als schwere Kunst
- 22** Beim MX-5 hat Mazda bereits von Anfang an aufs Gewicht geachtet
- 24** Cadillac machts vor: Benchmark aus Detroit
- 26** Daimler setzt auf intelligenten Materialmix
- 30** Porsche 911: Mehr Inhalt, weniger Gewicht
- 42** Mischbauweise und neue Fügeverfahren: Volkswagens Diät für den neuen Passat
- 44** Der Jaguar F-Pace ist bei den SUVs Spitzenreiter in Sachen Leichtbau
- 52** Alles gleich, nur leichter: Der Stoßfänger-Querträger von Hyundai



Vogel Automedien

Geschäftsführer

Florian Fischer, Tel.: 0931/418-2430,
Fax: -2772

Leser-, Redaktionsservice

Jens Scheiner, Tel.: 0931/418-2154
Zentral-Fax der Redaktion: -2779

Redaktion

Chefredaktion

Claus-Peter Köth

Redaktion

Thomas Günnel,
Christian Otto,
Wolfgang Sievernich

Mitarbeiter dieser Ausgabe

Chefreporter: Jürgen Goroncy, Chefkorrespondent: Jens Meiners;
Hartmut Hammer, Annedore Munde

Sonderpublikationen

Ute Jaxtheimer,
Tel.: 0931/418-22 07

Chefin vom Dienst/Textredaktion

Regine Häusler, Katharina Bostelmann, Svenja Gelowicz

Layout

Agentur Print/Online

Media/Sales

Verkaufsleitung

Christine Geist, Tel.: 0931/418-2241, Fax -2779

Key-Account-Manager

Till Rosel, Tel.: 0931/418-2487

Crossmedia-Berater

Marco Gensler, Tel.: 0931/418-2764

Auftragsmanagement

Anja Gündler, Tel.: 0931/418-2869, Fax -2720

Marketing und Vertrieb

Catharina Leybold, Tel.: 0931/418-2271

Produktmanager Digital

Dominik Trunk, Tel.: 0931/418-2339

Abonnentenbetreuung

DataM-Services GmbH,
97103 Würzburg, Martina Grimm,
Tel.: 0049-(0)931/4170-473,
Fax: 0049-(0)931/4170-494,
E-Mail: mgrimm@datam-services.de

Events

Ulrike Döring, Tel.: 0931/418-2246

Erfüllungsort und Gerichtsstand:

Würzburg

Verbreitete Auflage

10.460, IVW 1/2016



Vogel Business Media

Vogel Business Media GmbH & Co. KG,
Max-Planck-Str. 7/9, 97082 Würzburg
Tel.: 0049(0)931-418-0, www.vogel.de

Persönlich haftende Gesellschafterin:

Vogel Business Media Verwaltungs GmbH,
Max-Planck-Straße 7/9, 97082 Würzburg,

Kommanditistin:

Vogel Medien Holding GmbH & Co. KG,
Max-Planck-Straße 7/9 in 97082 Würzburg

Geschäftsführung

Stefan Rühling (Vorsitz)
Florian Fischer, Günter Schürger

Druck

Vogel Druck und Medienservice GmbH,
97204 Höchberg

Copyright:

Vogel Business Media GmbH
& Co. KG. Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck und elektronische Nutzung:

Wenn Sie Beiträge dieser Zeitschrift für eigene Veröffentlichung wie Sonderdrucke, Websites, sonstige elektronische Medien oder Kundenzeitschriften nutzen möchten, erhalten Sie Information sowie die erforderlichen Rechte über <http://www.mycontentfactory.de>, Tel.: 0931/418-2786.



Vogel Business Media

Kommunikationsdaten: E-Mail-Code für Ansprechpartner (bitte Schreibweise von Umlauten beachten!): <vorname>.<name>@vogel.de

ARCHITEKTEN DES LEICHTBAUS

Florian Schek, BMW-Leichtbauchef, eröffnete den diesjährigen »Leichtbau-Gipfel« mit seiner Keynote – am Beispiel der Karosserie des aktuellen 7er verdeutlichte er die Anforderungen an den Leichtbau, deren Ziel mehr als nur Gewichtsverlust ist.

- VON THOMAS GÜNNEL -



BILDER: STEFAN BAUSEWEIN

Florian Schek, Leichtbauchef bei BMW, eröffnete den Leichtbau-Gipfel 2016 mit seiner Keynote „Composites – Strategien der OEMs“.

Florian Schek ist bei BMW verantwortlich für alle Leichtbauaktivitäten – im März eröffnete er in Würzburg den diesjährigen Leichtbau-Gipfel von »Automobil Industrie«: „Willkommen auf dem Leichtbau-Gipfel, und vielen Dank für die Möglichkeit, hier zu sprechen – es ist für uns inzwischen eine etablierte Veranstaltung mit sehr kompetenten Partnern“, sagte Schek.

In seinem Vortrag ging er auf die faserverstärkten Kunststoffe ein und darauf, „wie

Carbon den Leichtbau tatsächlich verändert“. Als Beispiel verwies er auf den BMW 7er, bei dem die Leichtbau-Herausforderungen nochmals anders seien. Denn: „Sie verkaufen eine Luxuslimousine nicht deshalb, weil sie besonders leicht ist.“

Eine weitere Herausforderung skizzierte Schek mit Blick auf die Modulbaukästen der Hersteller: „Es geht um Architekturen. Man kann kein Fahrzeug singulär betrachten und es hinsichtlich Leichtbauthemen optimieren. Über mehrere Sequenzen hinweg hat

man ein technisches Gerüst und muss dort ein technisches Konzept finden von kleinen, sehr kostensensitiven Fahrzeugen bis hin zu Fahrzeugen, die wesentlich über ihre Eigenschaften geprägt sind. Leichtbau wird außerdem nicht mehr zum Selbstzweck entschieden: Es ist ganz klar so, dass wir im Hinblick auf die CO₂-Flottenzielsetzungen agieren müssen. In den unterschiedlichen Ländern müssen wir dabei auf die sogenannten Zielsysteme achten: In Europa haben wir zum Beispiel ein gewichtsbasier-

tes Zielsystem. In den USA gibt es dagegen ein footprint-basiertes Gewichtssystem für die Flotten der OEMs – und da wirkt Leichtbau natürlich ganz anders.“

LIEFERANTEN SIND DIE EXPERTEN

Es gehe aber nicht mehr nur darum, das Karosserierippe leichter zu bauen, erklärte Schek. Man müsse vielmehr am Gesamtfahrzeug arbeiten. Einen großen Anteil der Optimierungen könne man mit kleinen Teilen holen – und indem man gut mit seinen Lieferanten zusammenarbeite: „Gewichtsseitig kaufen wir gut die Hälfte des Fahrzeugs zu, und bei diesen Bauteilen sind die Lieferanten die Experten.“

Den Weg zur Konzeptentscheidung illustrierte Schek ebenfalls am Beispiel des aktuellen 7er – dem ersten Großserienfahrzeug mit einer Carbonmischbauweise: „Warum wollen wir Carbon einsetzen, was bringt das?“, sei eine wichtige frühe Frage gewesen. Mit Blick auf die Struktur könne man die Karosserie unterteilen in den Bauklassenbereich und den flächigen Bereich. Beide Bereiche haben sehr unterschiedliche Anforderungen an die Konzepte und vor allem an die Materialien.

So seien große Flächen in Carbon ausgeführt akustisch schwierig – in der Folge müssten dann wieder Materialien zur Schallisolation zum Einsatz kommen, und es sei fraglich, ob das Bauteil am Ende tatsächlich leichter ist.

Deshalb müssen die unterschiedlichen Materialien an den diversen Stellen einsetzbar sein. „Das gelingt nur, wenn man heute mit den Fügetechniken in den Werksstrukturen sehr weit ist“, erklärte Schek. „Entsprechend haben wir viele technische Konzepte verglichen, bei denen man auch klassisch mit Vollstahl startet. Neue Legierungen bringen hier bereits große Leichtbaupotenziale mit. Wir haben dann die Möglichkeiten durchgespielt, bis hin zu einem selbsttragenden CFK-Gerippe – nach unseren Erfahrungen mit i3 und i8 eigentlich die erste Wahl. Wir mussten jedoch beachten, dass die neue Fahrzeugstruktur vom 3er bis zum 7er und über die X-Modelle gespreizt ist, und dass wir in einem Werksverbund mehrere Fahrzeuge auf der gleichen Linie fertigen wollen. Außerdem ist der Voll-CFK-Ansatz eher für Fahrzeuge wie den i8 interessant, bei dem der Verbrennungsmotor hinten eingebaut ist und somit zum Beispiel auch vorne keine Abgasgeräusche übertragen werden.“ Diese Aspekte bestimmen den



„Carbon Core“ nennt BMW die Karosseriekonstruktion aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK), Aluminium und Stahl beim aktuellen 7er.

Materialeinsatz: „In einigen Bereichen ist es sinnvoll, Stahl zu belassen. Besonders belastete Bereiche sollten hingegen durchaus mit Hightech-Materialien verstärkt werden“, erläuterte Schek das Vorgehen beim aktuellen 7er. Dessen Karosserie besteht aus einem Mix drei wesentlicher Materialien: Stahl, Carbon und Aluminium.

RAHMENBEDINGUNGEN BEACHTEN

Um die Herausforderung der Fertigung im Werksverbund zu verdeutlichen, ging Schek zudem auf weitere Randbedingungen ein, die nichts mit dem Fahrzeug als solchem zu tun haben: „Bei der Fertigung etwa in Indien oder China muss man schon genau schauen, wie man diese Hightech-Materialien qualitätssicher umgesetzt bekommt. Diese Anforderungen, die aus dem gesamten Netzwerk kommen, aus Einkaufsstrukturen oder Länderforderungen – all das bestimmt die Materialauswahl und führt zu den heutigen Mehrmaterialstrukturen.“ Um die Her-

ausforderungen und Erfahrungen beim Verarbeiten faserverstärkter Materialien zu bündeln, setzt BMW auf eine „Prozesskette Carbon“. Dort arbeiten alle wichtigen Bereiche wie Einkauf, Produktion und Entwicklung mit, um die interdisziplinären Aktivitäten zu koordinieren – projektunabhängig. Dort entscheiden sich die Konzepte, die den Fahrzeugprojekten angeboten werden. „Diese Prozesskette hat bereits dabei geholfen, Carbon jetzt in die Großserie zu bringen“, sagte Schek.

EIGENES LEICHTBAUZENTRUM

Zusätzlich errichtet BMW am Standort Landshut ein Leichtbauzentrum. Bis zum Ende dieses Jahres soll es fertiggestellt sein. Dort sollen bis zu 160 Ingenieure interdisziplinär und strukturübergreifend an künftigen Leichtbaukonzepten arbeiten – und zwar nicht nur an Faserverbundwerkstoffen, sondern auch an konventionellen Leichtbauansätzen, „die oft die bezahlbaren sind“. Das Leichtbauzentrum beinhaltet ein Technikum mit Anlagen für carbonfaserverstärkte Kunststoffe und textile Halbzeuge sowie eine Prototypenfertigung.

Daneben will der Automobilhersteller klassische Werkstoffe weiterentwickeln, etwa Kunststoffe, die laut Schek faserverstärkt künftig großes Potenzial haben. Hinzu kommen Themen wie der 3D-Druck und das Flechten, „das aus unserer Sicht das größte Potenzial bei Carbonfaseranwendungen hat“, sagte Schek. Im Mittelpunkt künftiger Leichtbaukonzepte stehe der spezifische Produktnutzen. Es komme darauf an, welches Ziel man erreichen will: „Wir sind nicht mit bestimmten Materialkonzepten fest verbunden – es kommt im jeweiligen Fall darauf an, was sinnvoll ist.“ <

→ Daten zur Karosseriekonstruktion Carbon Core

- Drei unterschiedliche Materialien sind miteinander verbunden
- Vier unterschiedliche Carbontechniken
- Drei unterschiedliche Aluminiumtechniken
- Carbonfasern mit 100 Prozent regenerativer Energie hergestellt
- Aluminiumkomponenten aus 50 Prozent recyceltem Material
- Karosseriegewicht: 323 kg
- Gewichtsreduzierung: 40 kg
- Carbonbauteile: 16
- Aluminiumbauteile: 11



Auch in diesem Jahr diskutierte auf dem »AI«-Leichtbau-Gipfel ein Expertenkreis über die Herausforderungen in Sachen Leichtbau.

„GELERNT E LASTEN-HEFTE HINTERFRAGEN“

Ein Expertenkreis ging auf dem »Automobil Industrie«-Leichtbau-Gipfel der Frage nach, wie der Leichtbau an die richtige Stelle zu bringen ist. Dabei wurde deutlich: Es gilt immer wieder, bestehende Denkmuster aufzubrechen.

- VON CHRISTIAN OTTO -

Der Trend im Leichtbau geht zur Multimaterialbauweise. Doch wie bringen die Verantwortlichen bei Herstellern und Zulieferern die richtigen Materialien beziehungsweise das richtige Leichtbaukonzept in der richtigen Menge an die richtige Stelle im Fahrzeug?

Mit dieser übergeordneten Frage beschäftigte sich die diesjährige Podiumsdiskussion

des »Automobil Industrie«-Leichtbau-Gipfels Mitte März.

Unter Leitung von »Automobil Industrie«-Chefredakteur Claus-Peter Köth tauschten sich sechs Teilnehmer (s. Kasten auf S. 10) in einer angeregten Diskussionsrunde aus. Die erste Frage ging an Florian Schek, der bei der BMW Group den Bereich Leichtbau verantwortet.

Herr Schek, auch wenn über alle Fahrzeugklassen der Bedarf an Leichtbau gegeben ist, wird ein BMW 3er immer einen anderen Materialmix haben als ein BMW 5er oder 7er. Welche Randbedingungen entscheiden über das richtige Leichtbaukonzept?

Diese Bedingungen definieren wir in unserem Haus zunächst über die Eigenschaften

des Fahrzeugs. Das heißt: Was möchte ich mit dem Fahrzeug erreichen? Natürlich schauen wir bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auch auf die Fahrzeugklasse. In der Oberklasse werden sie immer mehr Leichtbaukonzepte finden als in Kleinwagen. Das dritte Thema ist die Frage: Wo und in wie vielen Werken produzieren wir die Fahrzeuge mit Leichtbaulösungen? Diese Herausforderungen beeinflussen die Leichtbaukonzepte unserer Fahrzeuge. Man beginnt mit einem rein technischen Konzept und muss sich am Ende des Tages wegen der wirtschaftlichen Betrachtung ein gutes Stück davon entfernen.

Herr Dr. Hillebrecht, warum sehen wir so wenige neuartige Fahrzeugkonzepte mit leichten Rahmenstrukturen wie die BMW-i-Modelle oder den Alfa Romeo 4 C?

Aus Kostengründen sind Rahmenstrukturen eher Fahrzeugen vorbehalten, die in Kleinserie gefertigt werden. Bei solchen Strukturen spielt die Fahrdynamik eine herausragende Rolle – anders als in der Massenproduktion. Jeder Stoff muss hier sein Bestes geben; es handelt sich um hochinteressante Leichtbauweisen.

Herr Dr. Heber, welche Chancen bieten wiederum die Faserverbundwerkstoffe?

Was die Funktion angeht, bieten sich hier enorme Chancen. Mit Faserverbundwerkstoffen kann man eine wesentlich größere Breite an Funktionen integrieren als mit klassischen, metallischen Bauweisen. Aber auch in der Fertigung lassen sich Kosten sparen: wenn man nämlich über die Kombination mehrerer Verfahren ein hohes Maß an Bauteilintegration erreicht: Wir konnten schon die bei der klassischen Karosserie verbauten rund 300 Bauteile um etwa 50 Bauteile reduzieren. Das rechtfertigt dann auch ein Stück weit den Mehrpreis für die Faserverbundwerkstoffe. Was den Konzeptleichtbau angeht, sollte man sich gelegentlich zurücklehnen und alle Konzepte, die man so kennt, über den Haufen werfen. Will man etwas erreichen, muss man dem Werkstoff möglichst neutral gegenüberstehen. In eingefahrenen Strukturen ist so etwas kaum möglich. BMW hat das jedoch mit dem i3 geschafft.

Herr Timm, welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, um neue Materialien einsetzen zu können?

Zum einen müssen die Entwickler die Materialspezifika wirklich kennen. Zum anderen müssen sie die bekannten Technologien richtig einsetzen.



BILDER: STEFAN BAUSEWEIN

Florian Schek blickte aus der Perspektive des Premiumherstellers auf die Diskussion und erhielt bei seinen Ausführungen viel Aufmerksamkeit.

Frau Dr. Hack, teilen Sie diese Ansicht?

Ich kann da zu hundert Prozent zustimmen. Zum einen muss es der richtige Werkstoff sein, und zum anderen muss die Verarbeitung genau auf ihn abgestimmt werden. Da gibt es keinen guten und keinen schlechten Werkstoff, sondern jeder muss den richtigen für sich finden. Beispielsweise muss VW an große Volumina denken und die unterschiedlichen Fertigungsstandorte beachten, bis hin zum Einsatz von sehr spezifischen Werkstoffen und Fügeverfahren. Es gibt immer mehr Möglichkeiten. Die große Kunst wird es sein, das Passende herauszufiltern.

Dr. Wesemann, gibt es bei Ford Rahmenbedingungen, von denen wir noch nichts gehört haben?

Beim Thema Material ist den international operierenden OEMs natürlich eine glo-

bale Verfügbarkeit wichtig. Wir kämen in Schwierigkeiten, wenn wir diese Materialien und Technologien nicht in allen Regionen abbilden könnten.

Frau Dr. Hack, ist die Derivatevielfalt durch die modularen Baukastenansätze nicht eine zusätzliche Herausforderung für den Leichtbau?

Es ist vor allem eine Herausforderung für die Hersteller. Das Problem sind gerade die großen und globalen Plattformen. Deshalb müssen die unterschiedlichen Technologien so robust sein, dass man sie überall einsetzen kann. Denn realistisch gesehen kann sich bei großen Plattformen ein scheinbar kleines finanzielles Risiko zum Desaster auswachsen. Das ist eine relativ hohe Eintrittshürde. Ein weiteres Hindernis kann sich ergeben, wenn eine Plattformen schon relativ lange läuft. Das erschwert es, das ein



Dr. Jürgen Wesemann bereicherte die Runde durch den Blickwinkel des Volumenherstellers, der Leichtbau global denken muss.



Florian Schek (BMW) forderte die Lieferanten auf, aktiv mit neuen Leichtbaukonzepten auf die OEMs zuzugehen.



Frau Dr. Christina Hack (Brose) identifiziert die globalen Fahrzeugplattformen als eine wesentliche Herausforderung.



Laut Heinrich Timm (CceV) wird der Leichtbau trotz aller aktuellen Megatrends auch zukünftig ein wesentliches Thema bleiben.

oder andere Innovationspflänzchen zu pflegen. Gleiches gilt, wenn der Produktionsstart schon lange zuvor bekannt ist. Dann muss man als Zulieferer den richtigen Eintrittspunkt finden. Es wäre schön, wenn die OEMs ihre Zulieferer schon frühzeitig einbeziehen, und zwar entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Und es wäre empfehlenswert, neue Leichtbauansätze zunächst an einem der ersten Fahrzeuge einer neuen Plattform anzuwenden, das ein überschaubares Volumen haben wird. Dann ist das Risiko geringer, und der dort gestartete Ansatz kann gemeinsam vom Zulieferer und OEM weiterentwickelt werden, um ihn dann in der Breite auszurollen und zur Standardtechnologie umzuwandeln.

Herr Schek, wie geht man mit den Fahrzeugarchitekturen um, damit sie nicht Leichtbauinnovationen verhindern?

Für uns ist die Zusammenarbeit mit den Lieferanten ein Topthema: Sie haben viel Know-how. Nicht jeder OEM muss jede einzelne Komponente oder jedes einzelne Teil selbst herstellen und die Vorentwicklung betreiben. Entsprechend muss man frühzeitig zusammenarbeiten. Für die OEMs lohnt es sich, über die Anforderungen nachzudenken, die sich über die Jahre entwickelt haben. Es gilt gelernte Lastenhefte zu hinterfragen. Anforderungsmanagement ist ein großes Thema, und die Lieferanten können hier auch eigene Ansätze vorstellen. Ich möchte die Zulieferer auch ermutigen, aktiv mit ihren Ideen auf uns zuzukommen.

Herr Schek fordert die Lieferanten auf, aktiv auf die Hersteller zuzugehen. Frau Dr. Hack, haben Sie hier schon positive Erfahrungen gemacht?

Der wesentliche Punkt ist: Man kommt mit den Ideen zu einem Zeitpunkt zum OEM, zu dem man selber schon weiß, wovon man spricht, aber das ganze Thema noch Möglichkeiten bietet, gemeinsam zu wachsen. Denn viele gute Konzepte stellen Rahmenbedingungen auch auf den Kopf. Da muss man sich am Anfang ein wenig zusammenraufen, weil der technische Ansatz teilweise anders ist als das bisherige Vorgehen. Eine gewisse Vorleistung muss man aber immer erbringen, und vor allem nicht zu spät kommen. Denn nur dann können OEM und Zulieferer die wesentlichen

Randbedingungen, die sich im System verändert haben oder noch verändern, einbeziehen und zu einer optimalen Lösung kommen.

Herr Dr. Hillebrecht, welche Erfahrungen haben Sie als Vertreter eines Engineering-Dienstleisters gemacht?

Ein Erfolgsfaktor ist es, sich in den Innovationsprozess einzubringen und sich nicht nur als Lieferant des OEM zu sehen. Das erfordert natürlich die Fähigkeit und Bereitschaft, sich mit den funktionellen Anforderungen in der Entwicklung proaktiv auseinanderzusetzen. Auf Basis eines gewissen Technologievorsprungs muss man als Lieferant teilweise auch in Vorleistung gehen. Das ist eine Win-win-Situation: Was für den einen Innovationen sind, sind für den anderen wettbewerbsrelevante, neue Geschäftsmodelle. Es ist ein Prozess des Gebens und Nehmens und entscheidend dafür, ob ein Unternehmen für die nächsten Jahre gut aufgestellt ist.

Herr Timm, in welchen Bereichen lässt sich noch das höchste Leichtbaupotenzial heben?

Ich würde weiterhin die Karosserie als Komponente betrachten, in der viel Leichtbaupotenzial steckt. Beim Leichtbau sind teilweise noch Quantensprünge möglich.

Dr. Heber, wo sehen Sie das größte Leichtbaupotenzial?

Neben der Karosserie gibt es im Fahrzeug diverse Bereiche, wo Gewicht eingespart werden kann – beispielsweise beim Fahrwerk. Wir sollten immer auf das Gesamtpaket blicken. Generell gilt: Jede Masse, die bewegt wird, ist eine Masse, die man sich ansehen sollte.

→ **Die Teilnehmer**

Florian Schek
Leiter Leichtbau und Gewicht der BMW Group

Dr. Christina Hack
Leiterin Vorentwicklung der Brose-Gruppe

Dr. Jürgen Wesemann
Leiter Vehicle Technologies & Materials bei Ford

Dr. Martin Hillebrecht
Leiter Werkstoffe und Technologien der EDAG GmbH

Dr. Thomas Heber
Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik TU Dresden

Heinrich Timm
Mitglied des Vorstands Carbon Composites e. V.



Dr. Jürgen Wesemann (Ford) betrachtet die globale Verfügbarkeit des Leichtbaumaterials als eine Hürde für den breiten Einsatz.



Dr. Martin Hillebrecht (EDAG) sieht die Lieferanten auch in der Pflicht, beim Leichtbau in Vorleistung zu gehen.



Dr. Thomas Heber (TU Dresden) plädierte für eine maximale Neutralität gegenüber dem Werkstoff.

Frau Dr. Hack, ein aktuelles Thema sind Leichtbaupotenziale aufgrund additiver Fertigungsverfahren. Welche Entwicklungen erwarten Sie auf diesem Gebiet?

Auch hier gilt es differenziert zu betrachten. Beim Thema additive Fertigung werden die verschiedenen Verfahren teilweise in einen Topf geworfen. Jedes einzelne sollte aber für sich betrachtet werden. Die metallbasierten Verfahren etwa ähneln den aus Guss hergestellten Teilen. Hier kann man sich in Kleinserie gefertigte Teile in absehbarer Zeit sicher vorstellen. Ein weiteres Verfahren ist die additive Fertigung mittels Polymeren. Wir selber setzen bei Brose solche Teile in großen Mengen beispielsweise für Funktionsmuster ein. Hier gilt es zu überlegen, welchen Belastungen

die Teile ausgesetzt sind. Wir haben unterschiedliche Erfahrungen gemacht: Teilweise halten die additiven Teile besser. Langfristig, wenn wir an den Fertigungszeiten und -verfahren arbeiten, bieten sich hier aussichtsreiche Herstellungsmöglichkeiten. Was wir nicht vergessen dürfen, ist das Thema Qualität: Ich kenne keine wirklich serienmäßig verfügbaren Qualitätssicherungssysteme im Polymerbereich. Die brauchen wir aber.

Herr Dr. Hillebrecht, Sie haben bezüglich der additiven Fertigung auch schon einige Erfahrungen gesammelt. Wie sehen Sie die Situation?

Die Hauptbaustellen sind jene, die Frau Hack schon benannt hat, nämlich die eingeschränkte Werkstoffpalette, die es zu erwei-

tern gilt und der heute noch fehlende Qualitätsüberwachungsprozess. Daneben gibt es noch die Herausforderung, die Prozesse zu beschleunigen, damit die Anwendungen schnell und robust laufen. Was mir Hoffnung macht, ist die Vielzahl von Forschungen. Gerade aus Deutschland kommen starke Impulse. In den nächsten drei Jahren wird sicher noch viel passieren.

Herr Timm, derzeit haben wir ja noch andere Megatrends, wie die Vernetzung oder Industrie 4.0. Besteht die Gefahr, dass deshalb der Leichtbau womöglich in den Hintergrund gedrängt wird?

Fahrzeuge sind heute emotionale Produkte, und zur Emotionalität gehört die Dynamik. Deshalb bin ich der Überzeugung: Solange man noch selbst fährt, wird es auch immer den Anspruch geben Leichtbau umzusetzen.

Herr Dr. Wesemann, wie sehen Sie die Konkurrenz durch andere Trends?

Ich sehe das ebenfalls unkritisch. Das Thema Industrie 4.0 bringt beispielsweise ein Bündel von neuen Technologien, wie die angesprochene additive Fertigung. Von diesen Ansätzen können wir bei unserer Arbeit profitieren. Leichtbau hat also definitiv eine Zukunft, da es dort noch erhebliche Potenziale gibt.

Herr Schek, gibt es bei BMW Tendenzen, beim Leichtbau zu sparen?

Themen wie das autonome Fahren oder die zunehmende Elektrifizierung kommen auf die bestehenden Anforderungen an die Fahrzeugarchitektur noch oben drauf. Die zusätzlichen Systeme machen den Leichtbau weiterhin notwendig, um Lastgrenzen einzuhalten. <



Dr. Thomas Heber verwies darauf, dass jede Masse, die im Fahrzeug bewegt wird, auf ihr Leichtbaupotenzial untersucht werden muss.



LEICHTBAU AN DER RICHTIGEN STELLE

Mitte März trafen sich die Wegbereiter des Leichtbaus in Würzburg zum Know-how-Austausch. Die übergeordnete Frage: Wie bringt man den Leichtbau an die richtige Stelle? Referenten und Teilnehmer aus Industrie und Hochschulen diskutierten hierzu Strategien und Perspektiven.

- VON CATHARINA LEYBOLD -



Florian Schek (BMW Group) zeigte anhand des neuen BMW 7er, wie faserverstärkte Kunststoffe die Leichtbauprozesse verändern.



Jürgen-Werner Becke (Volkswagen AG) befasste sich mit dem innovativen Stahlleichtbau am Beispiel des VW Passat.



Anthony Riley (Jaguar Land Rover) präsentierte mit dem neuen F-Pace die Aluminiumstrategie von Jaguar.

BILDER: STEFAN BAUSEWEIN - ©SAKDA2527/FOTOLIA.COM



Exklusive Live-Demonstration der patentierten Faserverbund-Innovation „xFK in 3D“ - von der Idee zum fertigen Bauteil.



Peter Sander (Airbus) gab in der Abschluss-Keynote Einblicke in den 3D-Druck im Flugzeugbau.



Dr. Carsten Rink (Constellium) präsentierte Aluminiumlösungen für die Branche.



Dr. Jerome Coulton (Hyundai) referierte über Stoßfängerquerträger aus faserverstärktem Kunststoff.



Jonas Adolfsson (SSAB) zeigte die kosteneffiziente Stahlstrategie des Zulieferers SSAB.



Dr. Markus C. Hahn (Mazda) stellte den neuen MX-5 und dessen Leichtbaukonzept vor.



Vertiefende Fachsessions boten zusätzlich Gelegenheit zur Diskussion. Die Schwerpunkte: Materialien, Technologien, Fertigung, Komponenten, Antrieb & Fahrwerk sowie Interieur.



Vis-a-vis mit den Referenten im Gespräch - das ermöglicht die „Meet & Talk Area“.

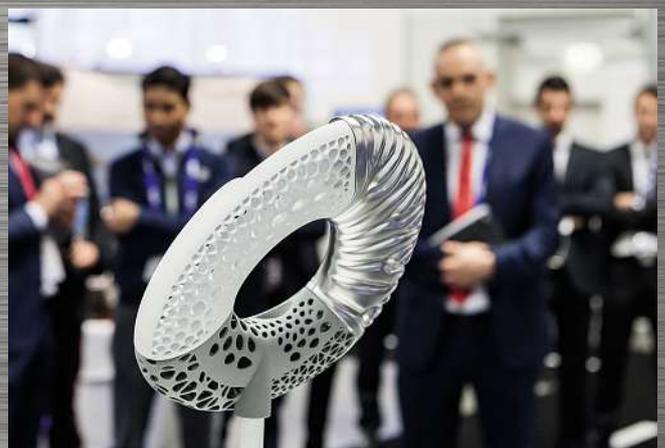
**AUTOMOBIL
INDUSTRIE**

LEICHTBAUGIPFEL

KONGRESS-PARTNER
Altair



Produkte, Projekte, Forschung: Leichtbaukompetenz zum Anfassen in der Leichtbau City.



Leichtbau-Campus: Beachtenswerte Ansätze aus Forschung und Lehre.



Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) stellte sehr ansprechend die eigenen Ideen vor.



Ebenfalls auf dem Campus vertreten: das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF.



Die Bergische Universität Wuppertal setzte ihre Leichtbauideen am Stand gekonnt in Szene.



Geführter Rundgang über den Leichtbau-Campus: Hier stellten sich die Aussteller vor und regten zur Diskussion an.



Die Vertreter des Büsgen-Instituts der Universität Göttingen waren sehr gefragt.

Exklusives „Gipfeltreffen“ am Abend: Netzwerken par excellence im beeindruckenden Ambiente der alten Posthallen in Würzburg.



SMART ENTWICKELN

Die simulationsgetriebene Entwicklung ermöglicht neue Ansätze im automobilen Leichtbau. Welche Barrieren diese Verfahren haben und wie sie sich überwinden lassen, erklärt Dr. Lars Fredriksson, Director Product Design bei Altair Europe.

- VON THOMAS GÜNNEL -

Die Entwicklungsanforderungen an Leichtbaukomponenten wachsen. „Wir sehen höhere Anforderungen an die Produkte und deren Entstehungsprozesse, wir müssen mehr und vielfältigere Ziele erreichen. Deshalb brauchen wir neue Wege, um schneller, effektiver und ‚smarter‘ zu entwickeln“, beschrieb Dr. Lars Fredriksson, Director Product Design bei Altair Europe, aktuelle Herausforderungen

im automobilen Leichtbau. Ein Weg ist demnach die simulationsgetriebene Entwicklung. Obwohl sich diese Methode inzwischen oft bewährt habe, sei man ihr gegenüber in Entwicklungsabteilungen noch skeptisch.

Fredriksson grenzte in seiner Präsentation auf dem »Leichtbau-Gipfel« ab, was für Altair simulationsgetriebene Entwicklung tatsächlich bedeutet: „Die Verbesserungsvorschläge werden systematisch durch

numerische Optimierung ausgearbeitet, von der Konstruktion bewertet, umgesetzt und anschließend im CAE überprüft und bewertet. Dabei können wir uns eine große Anzahl möglicher Designs berechnen lassen – und diese anschließend automatisch oder halbautomatisch kategorisieren und bewerten“, erläuterte er den Ansatz. Anschließend wähle man gemeinsam mit der Konstruktionsabteilung die erfolgversprechenden Varianten aus – mit denen dann die Entwicklung weitergehe.

Fredriksson verdeutlichte, wie sich die Bauteilkonstruktion und Simulation zusammenführen lassen: Um Konstruktion und Simulation zu integrieren, muss dass CAE der Konstruktion zu jedem Entwicklungszeitpunkt rechtzeitig und aussagekräftig Antworten auf entscheidende Entwicklungsfragen liefern können – innerhalb akzeptabler Zeiträume. In der Konzeptphase kann es sich dabei auch nur um Stunden handeln. Nur so ist es laut Fredriksson möglich, dass Konstruktion und Simulation gemeinsam an einer Lösung arbeiten und diese iterativ reift. Mittels Optimierungen entstehen weitere Konstruktionsvorschläge, die Konstruktion und CAE gemeinsam bewerten. So lassen sich Alternativen miteinander vergleichen, Zielvorgaben kritisch durchleuchten und hinterfragen – um die richtigen Entscheidungen zu treffen und deren Design zur Serienreife zu entwickeln.

Um die Konstruktion in dieser Weise aktiv zu unterstützen, sind für Fredriksson zwei Schritte wichtig: Die Zusammenarbeit zwischen Konstrukteuren und Berechnungsingenieuren müsse es erlauben, innerhalb der Randbedingungen der Konstruktion systematisch eine Lösung zu suchen und mittels Optimierung umzusetzen. Außerdem seien Werkzeuge notwendig, die auf numerische



BILD: STEFAN BAUSEWEIN

Dr. Lars Fredriksson: „Wir brauchen neue Wege in der Entwicklung.“



Der Träger aus Vollmaterial (links) und die bionisch optimierte Variante. Die Gewichtersparnis beträgt rund 55 Prozent.

BILD: LEIBER

Optimierung bauen und die die Konstrukteure effizient benutzen können.

Werkzeuge sind hier effiziente Softwareprodukte, Methoden und Prozesse, die das Prinzip der simulationsgetriebenen Entwicklung unterstützen. Das Arbeitsmodell, in dem sich solche Werkzeuge sehr gut nutzen lassen, ist laut Altair das „Optimization Center“. Es eignet sich unter anderem dazu, Bauteile und Systeme systematisch zu bewerten und nach bestimmten Kriterien zu optimieren. Dabei bewertet sie für jedes Bauteil das Potenzial für eine umfassende Verbesserung, zum Beispiel hinsichtlich des Gewichts oder der Funktionen, und erstellt eine Rangliste nach internen Kriterien. Abhängig von der Rangfolge optimiert das Programm die Bauteile und Systeme, setzt sie anschließend virtuell um und berechnet die Werte erneut.

BIONISCH KONSTRUIEREN

Wie das praktisch funktioniert, zeigte Manfred Dienes von der Altair Engineering GmbH. In seinem Workshop „Bionische Inspiration für die Konstruktion“ verdeutlichte Dienes anhand eines von Leiber für Daimler Trucks entwickelten Trägers für ein Luftfederpaket live, wie sich das Bauteil mittels Software simulieren und sein Gewicht optimieren lässt. Wichtig war für die Ingenieure demnach, dass die Software leicht zu bedienen ist, „weil nicht jeder Konstrukteur täglich Optimierungen durchführt“, erklärte Dienes.

In einer Schritt-für-Schritt-Vorführung erstellte er das Bauteil, das er zudem als physisches Modell dabei hatte. Änderungen im Bauteil, zum Beispiel substituierte Werkstoffe oder weitere Lagerpunkte, verdeutlichten den Funktionsumfang des Programms. Die Teilnehmer erhielten so einen realistischen Einblick in die Möglichkeiten der Software und den Ablauf der Bauteiloptimierung.

Ein bekannteres Beispiel für das Design für additive Fertigung mittels Topologieoptimierung ist das Konzeptfahrzeug „Light Cocoon“ des Entwicklungsdienstleisters EDAG. Seine verästelte Trägerstruktur und das insgesamt bionisch anmutenden Erscheinungsbild sind das Ergebnis softwarebasierter Optimierung mit Altair „Optistruct“. Die Gewichtseinsparung gegenüber einem traditionellen Konstruktions- und Fertigungsansatz ist enorm: Allein die Motorhaube verlor über 25 Prozent Gewicht. Aber auch in anderen Bereichen des Fahrzeugs kamen neue Entwicklungs- und Fertigungsansätze zum Einsatz, etwa in der A-Säule. Bei der Auslegung dieser Komponente, insbesondere bei den kritischen Verbindungsknoten zur Karosserie, setzten die Ingenieure auf Funktionsintegration, bionische Optimierung und additive Fertigung. Dazu wurde zunächst der mögliche Bauraum der beiden Verbindungsknoten als Optimierungsraum definiert und

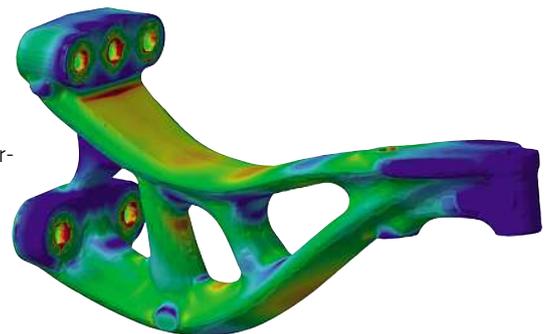


BILD: LEIBER

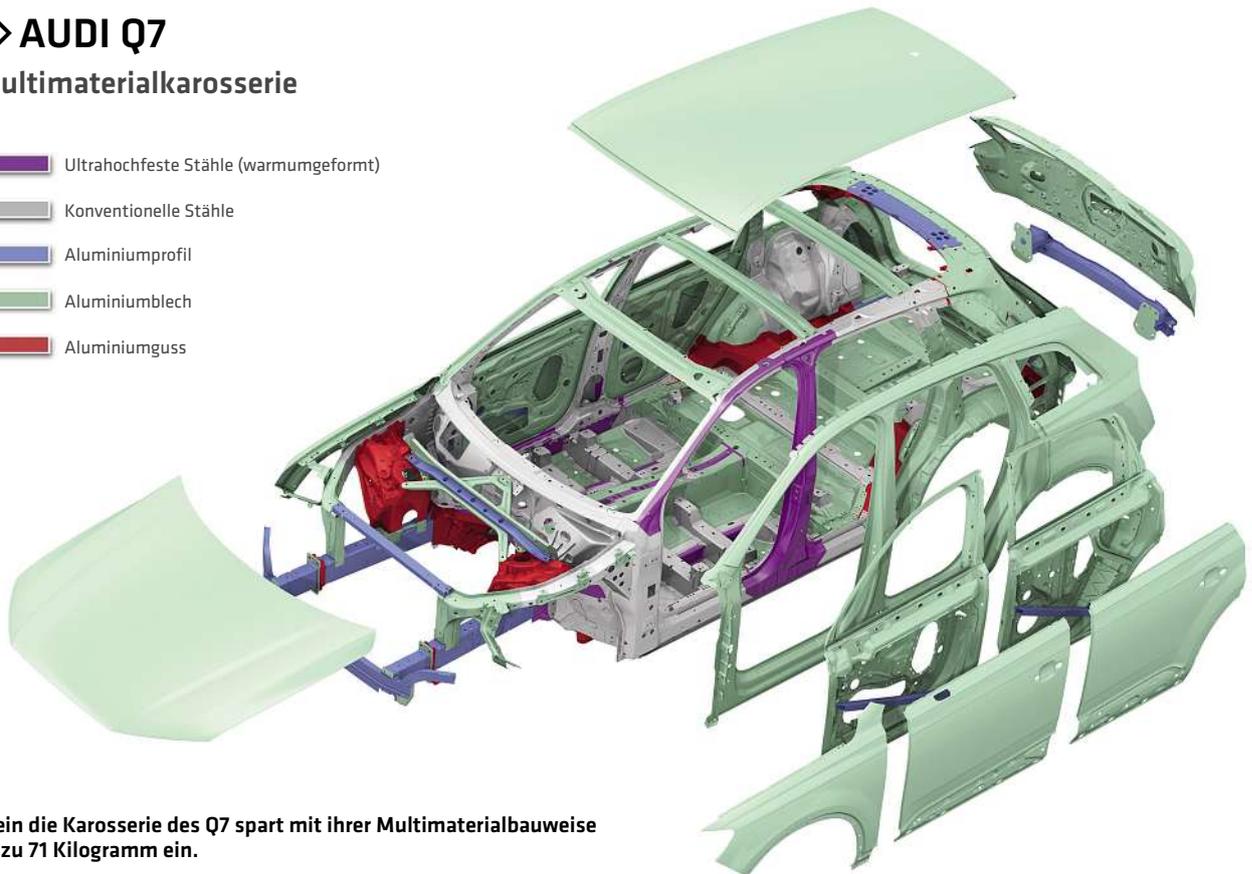
Die bionische Optimierung per Software ermöglicht auf den Kraftverlauf zugeschnittene Bauteile – die so deutlich leichter ausfallen. Im Bild: Eine Kraftverlaufssimulation eines Trägers für ein Luftfederpaket in „solidThinking inspire“.

anschließend mit den zu erwartenden Lastenfällen belegt. Diese waren Torsions- und Biegemomente der Karosserie, Lasten zur Betriebsfestigkeit, Missbrauch-Lastfälle sowie Crash-Lasten. Mit diesen Vorgaben optimierte der Hersteller die Struktur und berücksichtigte gleichzeitig die fertigungstechnischen Randbedingungen, in diesem Fall für die additive Fertigung. Das Ergebnis ist eine hocheffiziente und bionisch anmutende Struktur der Verbindungsknoten, die auch dank der additiven Laserfertigung ein ausgewogenes Verhältnis aus Steifigkeit, Festigkeit und Gewicht zeigt. Das Projekt war ein Gemeinschaftsprojekt von EDAG, dem Laser Zentrum Nord, Concept Laser und der BLM Group. <

→ AUDI Q7

Multimaterialkarosserie

-  Ultrahochfeste Stähle (warmumgeformt)
-  Konventionelle Stähle
-  Aluminiumprofil
-  Aluminiumblech
-  Aluminiumguss



Allein die Karosserie des Q7 spart mit ihrer Multimaterialbauweise bis zu 71 Kilogramm ein.

BILDER: AUDI

SCHWERE KUNST

Der Supersportler R8 und das große SUV Q7 stehen exemplarisch für die Leichtbaustrategie der Audi AG: Das richtige Material an der richtigen Stelle in der richtigen Menge.

- VON CLAUS-PETER KÖTH -

Leichtbau ist eine schwere Kunst – direkt zahlt der Endkunde im „normalen“ Pkw nicht dafür, indirekt schon: für die bessere Quer- und Längsdynamik, für einen niedrigeren Verbrauch, die höhere Sicherheit oder für eine Individualisierung in der Außenhaut.

Bei Audi leistet der Leichtbau als Effizienztechnologie einen wichtigen Beitrag zur CO₂-Reduzierung, neben vielen anderen Verfahren. „Es muss grundsätzlich an jeder Stellschraube gedreht werden, denn das Gesamtgewicht ist entscheidend“, bekräftigt Dr. Olaf Köhler, Leiter Leichtbau/Fahrzeuggewichte der Audi AG. Als Beispiel

nennt er den neuen Q7, wo der Leichtbau wesentlich zum niedrigen CO₂-Ausstoß beiträgt, auch wenn er nicht den größten Anteil an der CO₂-Reduzierung hat.

Als 3.0 TFSI wiegt das große SUV exakt 1.970 Kilogramm, als 3.0 TDI 1.995 kg. Im Vergleich mit dem Vorgängermodell sind das je nach Ausstattung bis zu 325 kg weniger Gewicht. Allein die Karosserie spart mit ihrer Multimaterialbauweise bis zu 71 kg ein. Die Türen, die wie die komplette Außenhaut und die Klappen aus Aluminium bestehen, wiegen 24 kg weniger. Auch im Fahrwerk hoben die Entwickler große Potenziale – 27 kg bei der vorderen und 40 kg bei der hinte-

ren Radaufhängung. Der Antriebsstrang schlägt mit 20 kg zu Buche, die Abgasanlage mit 19 kg.

Die Sitzanlage notiert mit knapp 19 kg Ersparnis, der Modulquerträger unter der Instrumententafel mit 3,5 kg und der Ladeboden mit 4 kg. Die Radbremsen steuern 8,5 kg bei, die Verkabelung 4,2 kg, die Motorkühlung 8,7 kg und der 3.0-TDI-Motor 2,5 kg. Das Bremspedal besteht aus Aluminium – Gewichtersparnis: 1.010 Gramm (s. Grafik auf S. 19).

Geht der Leichtbau weg von der Karosserie, in Richtung Komponenten? „Grundsätzlich geht es uns um ein ausgewogenes Ver-

hältnis. Es bringt ja nichts, wenn Sie in der Karosserie übermäßig viel Geld ausgeben für Leichtbaumaßnahmen, aber auf der anderen Seite bei den Komponenten Potenzial liegen lassen“, sagt Köhler. Nur dieser ganzheitliche Ansatz bringe den optimalen Kundennutzen.

Generell ist der Leichtbaubedarf in der Ober- und Luxusklasse wegen des höheren Bedarfs an Komfortausstattung, beziehungsweise bei den Sportwagen wegen der höheren fahrdynamischen Anforderungen größer als in den Volumensegmenten. Neue Leichtbaumaterialien und -konzepte werden folglich „top down“ ausgerollt. „Federbeinaufnahmen aus Aluminium-Druckguss waren in der Vergangenheit zum Beispiel dem Audi A8 vorbehalten. Heute finden Sie das in jedem Audi A4, nicht zuletzt auch, weil die Bauteile durch die höheren Stückzahlen günstiger geworden sind“, erläutert Dr. Bernd Mlekusch, Leiter des Audi Leichtbauzentrums (ALZ) in Neckarsulm.

Um zu beurteilen, was das Kilogramm Leichtbau kosten darf, ermittelt Audi pro Fahrzeug den Leichtbaugrad. Welche Abteilung dann in welchem Maße zur Gewichtsreduktion beiträgt, entscheidet ein übergreifender Fachbereich.

SEHR OFT KOPIERT

Den Vorwurf, man sehe zu wenige, neuartige Rahmenkonzepte mit leichten Aufbauten, kontert Audi mit dem Verweis auf



Dr. Olaf Köhler, Leiter Leichtbau/Fahrzeuggewichte der Audi AG.



Dr. Bernd Mlekusch, Leiter des Audi Leichtbauzentrums (ALZ) in Neckarsulm.



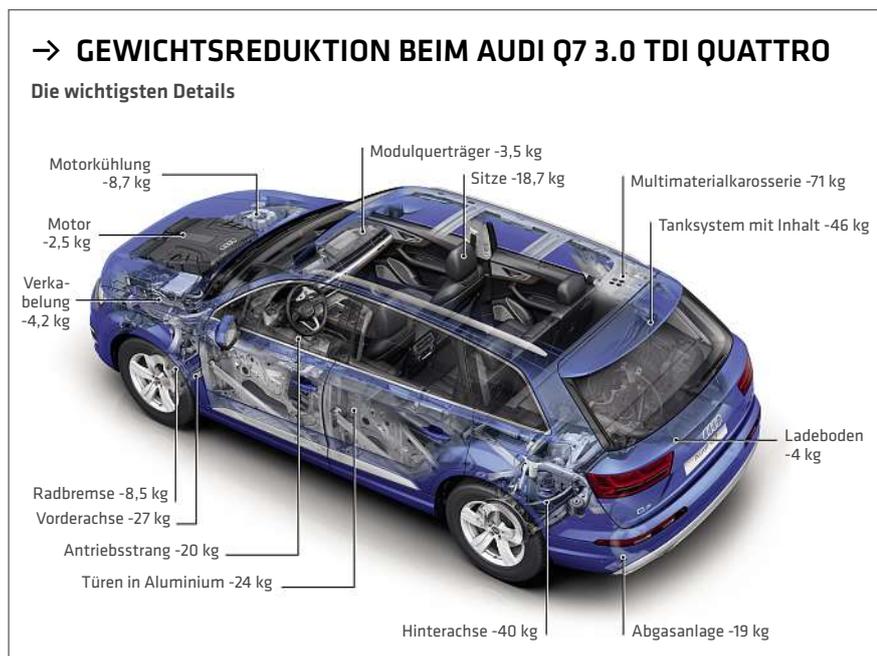
Frank Venier, Strategie- und Innovationsmanager im ALZ Neckarsulm.

den Audi Space Frame (ASF) des aktuellen R8. Er wiegt nur 200 Kilogramm – noch einmal zehn Kilogramm weniger als bisher – obwohl er extrem steif und crasht sicher ist. „Wir sind überzeugt von unserer Strategie: Das richtige Material an der richtigen Stelle in der richtigen Menge. Das ist unserer Überzeugung nach der effektivste Ansatz – mit Blick auf Leichtbau, Steifigkeit und Wirtschaftlichkeit“, betont Mlekusch. Die Audi-Modelle seien beim Leichtbauindex – dem Karosseriegewicht bezogen auf die Torsionssteifigkeit des Fahrzeugs – in der Regel Benchmark. „Eine Neuheit, nur um der Neuheit willen oder aus Marketingaspekten ohne ausreichenden Kundennutzen – das ist nicht unser Anspruch“, so Mlekusch. Bestä-

tigung findet er darin, dass die Audi-Konzepte sehr oft kopiert würden, im Gegensatz zu manchen Wettbewerbsbeispielen.

Der ASF des R8 ist zu 79 Prozent aus Aluminium und zu 13 Prozent aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff. Aus CFK bestehen die Rückwand, der Mitteltunnel und die dreiteiligen B-Säulen. „Das neue Material findet genau dort Anwendung, wo es noch bessere Ergebnisse erzielt als Aluminium“, erklärt Frank Venier, Strategie- und Innovationsmanager im ALZ Neckarsulm. Je nach Einsatzort unterscheiden sich die CFK-Bauteile im Aufbau erheblich: Im Querträger der Rückwand etwa, wo es hauptsächlich um maximale Festigkeit in Querrichtung geht, sind die Gewebelagen vorwiegend unidirektional ausgerichtet. Bis zu 14 von ihnen liegen übereinander, als fünf Millimeter starke Schicht mit einer sehr hohen Zugfestigkeit von 2.000 Megapascal im fertigen Bauteil. In den B-Säulen-Verstärkungen hingegen sind die Lagen in alle Richtungen orientiert, um Belastungen in Längs- und Querrichtung aufnehmen zu können.

„In der frühen Entwicklungsphase gibt es verschiedene Ansätze, wo der jeweilige Werkstoff am besten eingesetzt werden könnte. Es werden die Simulationsmodelle des Fahrzeugs aufgebaut, und eine Vielzahl von Crash- und Steifigkeitslastfällen virtuell durchgespielt. Die Rechner laufen auf Hochtouren, bis man sich gemeinsam mit der Fertigung für das finale Konzept entscheidet“, so Mlekusch. Dabei gilt: „Was sich nicht sauber berechnen lässt, wird auch nicht verbaut. Das haben wir von der Luftfahrtindustrie übernommen und bedingt, dass uns sämtliche Materialkennwerte zu den jeweiligen Werkstoffen vorliegen. Auch im Zuge der Herstellung dürfen sich Werkstoffeigen-



Im neuen Q7 wurde in puncto Leichtbau an jeder Stellschraube gedreht.

→ **AUDI R8 COUPÉ**

Audi Space Frame in Multimaterialbauweise

-  Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK)
-  Aluminiumprofil
-  Aluminiumblech
-  Aluminiumguss



Der Audi Space Frame des R8 ist zu 79 Prozent aus Aluminium und zu 13 Prozent aus CFK.

schaften im Verlauf der Serie natürlich nicht verändern.“

Der Freigabeprozess für einen neuen Werkstoff dauert bei Audi deshalb auch seine Zeit. Danach startet der OEM „top down“, meist an einem Standort mit einem Modell und kleinen Stückzahlen. Um den Werkstoff weltweit auszurollen, braucht es dann die entsprechende Lieferantenstruktur.

Alles in allem setzt der Wettbewerb der Werkstoffe voraus, dass Audi jeden einzelnen Schritt in der Entwicklungs- und Herstellungskette beherrscht – von der Funktionssimulation über die Produktionstechnologie, einschließlich der Kompetenz in der Werkzeugauslegung, bis hin zur Verbindungstechnik. Nur dadurch sieht sich der Autobauer in der Lage, die Grenzen des Leichtbaus immer wieder neu zu definieren und zu verschieben.

Stichwort Füge-technik: Sie ist ein entscheidender Schlüssel zum Erfolg für die Mischbauweise in großen Stückzahlen. Für den aktuellen Q7 hat Audi sogar drei neue Fügeverfahren entwickelt: Der Seitenwandrahmen aus Aluminium wird mithilfe des Rollfalzens an die ultrahochfeste B-Säule aus Stahl gefügt. Halbhohlstanznieten dienen dazu, die Teile für das Rollfalzen zu fixieren. Neu ist auch das Halbhohlstanznieten mit Sondernieten: Sie sind dickwandiger und härter als konventionelle Stanznieten und verbinden in der Karosserie des Q7 ultrahochfesten Stahl von bis zu 1,6 Millimeter Wandstärke mit Aluminium. Beim Reibelementschweißen schließlich kann das Stahlblech sogar 2,5 Millimeter dick sein: Ein schnell rotierender Stahlbolzen durchdringt

das Aluminiumblech unter hohem Druck und erzeugt anschließend eine hochfeste Reibschweißverbindung mit dem darunter liegenden Stahlblech. Der Unterbau des Q7 enthält mehr als 100 solcher Verbindungen.

LEICHTBAU UND ELEKTROMOBILITÄT

Lohnt sich der ganze Aufwand, im Vergleich zu motorischen und aerodynamischen Maßnahmen? Oder profitiert der Leichtbau sogar von der Elektromobilität? „Durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs kommt zunächst einmal zusätzliches Gewicht ins Fahrzeug, in Form von Batterie, Leistungselektronik und Elektromotoren. Oder in Form des Gehäuses, das die Batterie vor äußeren Einflüssen bzw. einem Crash schützt“, erläutert Mlekusch. „Das stellt in Bezug auf die richtige Materialauswahl und Bauweise neue und besonders hohe Anforderungen an uns Karosserieentwickler.“

Mit den bisherigen Fahrzeugarchitekturen lassen sich reine Elektrofahrzeuge nicht optimal umsetzen. „Da müssten Sie viel zu viele Kompromisse eingehen, denn die im Unterboden sitzende Batterie verändert die gesamte Struktur“, erklärt Mlekusch. „Unser Ansatz lautet deshalb: Revolution im Konzept und Evolution im stofflichen Leichtbau. Das bietet großes Potenzial – auch für die Zulieferer.“

Aber welche Schwerpunkte sollte ein Lieferant setzen, um mit Audi ins Geschäft zu kommen? „Zunächst einmal muss er den Werkstoff und das Verfahren beherrschen. Auch Punkte wie die Lieferfähigkeit, Prozesssicherheit und Qualitätsstandards sind für uns extrem wichtig“, betont Mlekusch. Dabei sei Audi grundsätzlich offen für inno-

vative Ansätze. „Ganz wesentlich ist, dass der Zulieferer nicht nur mit seiner Idee und einem Blatt Papier kommt. Bevor wir das erste Prototypenteil bauen und den Werkstofffreigabeprozess starten, werden wir die Wirksamkeit und Herstellbarkeit seiner Idee simulieren und berechnen. Auf dieser Basis entscheiden wir dann über eine Zusammenarbeit“, ergänzt Venier.

Wie nachhaltig müssen bei Audi Leichtbaumaterialien sein, Stichwort: Life Cycle Assessment? „Die LCA-Betrachtung ist für uns ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl von Materialien. Wir führen Umweltbilanzen durch mit dem Grundsatz, dass sich der Aufwand von der Gewinnung der Ausgangsmaterialien eines Fahrzeugs über die Produktion bis zur Verwertung nach 200.000 Kilometer Fahrstrecke durch den geringeren Kraftstoffverbrauch in der Nutzungsphase rechnen muss“, sagt Köhler. Beim aktuellen Q7 ist der Energieaufwand für das Primäraluminium in der Herstellung zwar höher als beim Vorgänger. Aber schon ab etwa 34.000 Kilometer fährt der neue Q7 mit Blick auf diese Größe dem bisherigen Modell in der Umweltbilanz davon.

Last not least: Welche Leichtbaupotenziale bieten additive Fertigungsverfahren, und welche Entwicklungen erwartet Audi auf diesem Gebiet? „Für den Konstrukteur ist die additive Fertigung ein Traum. Denn durch die extrem geringen Fertigungsrestriktionen sind die Freiheitsgrade beim Bauteildesign sehr hoch“, berichtet Mlekusch. Audi habe zum Beispiel einen Aluminium-Gussknoten aus dem aktuellen R8 für den Einsatz in einem Sportwagen-Prototyp gedruckt; mit Rippenstrukturen und Hinterschnitten, wie man sie nur mit der additiven Fertigung herstellen kann, weil sich anderenfalls das Teil nicht entformen ließe. „Der 3D-Druck dieser Baugruppe dauerte eine Woche. Der Gewichtsreduzierung von zwölf auf sieben Kilogramm stehen Mehrkosten im unteren fünfstelligen Bereich gegenüber“, so Mlekusch.

Frank Venier ergänzt: „Für funktionale Bauteile in automobilen Großserien eignen sich additive Verfahren noch nicht. Zu den Herausforderungen zählen die Bauteilgröße, die Prozesszeiten und natürlich die Kosten.“ Potenzial sieht er heute bei Kleinstserien, der schnellen Herstellung von Prototypenteilen, im Betriebsmittel- und Werkzeugbau sowie im Ersatzteilgeschäft. „Die Aluminiumgießereien brauchen also keine Angst zu haben, dass sie in den nächsten Jahren vom 3D-Druck abgelöst werden“, resümiert Mlekusch. <



Mit dem Audi lunar quattro unterstützt der OEM die Berliner Ingenieurgruppe Part-Time Scientists bei einem Raumfahrt-Wettbewerb. Der Rover ist aus hochfestem Aluminium aufgebaut. Er wiegt 35 Kilogramm. Durch den Einsatz von Magnesium soll er künftig noch leichter werden.

LEICHTBAU ALS PRINZIP

Der kleine Sportwagen MX-5 ist seit drei Jahrzehnten ein steter Begleiter von Mazda. Gewichtsreduktion war immer oberstes Gebot. Auch für die neueste Generation erfuhren die Leichtbaulösungen wieder eine Evolution.

- VON CHRISTIAN OTTO -

Der MX-5 ist nunmehr seit 1989 die erfolgreiche Antwort von Mazda auf die europäischen Sportwagen-Konzepte, die Kunden vor allem mit Fahrspaß anlocken wollen.

„Jinba Ittai“ heißt der Grundsatz, auf dem die Idee des Roadsters basiert. In Anlehnung an eine traditionelle Form des japanischen Bogenschießens, die zu Pferde ausgeübt wird, sollen analog zu Ross und der Reiter das Auto und der Fahrer zu einer Einheit

verschmelzen. Das erreicht man nur durch ein sehr gutes Handling – und das ist in dieser Fahrzeugklasse vor allem vom Gewicht abhängig.

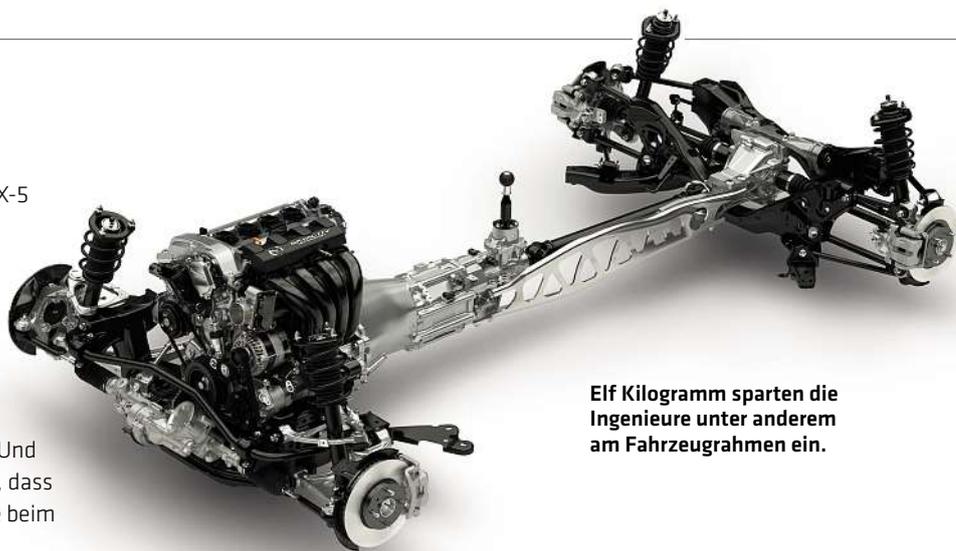
VIER GENERATIONEN LEICHTIGKEIT

Deshalb achteten die Japaner seit den Anfangstagen immer auf Leichtbau. Auch die nunmehr vierte Generation des MX-5, die 2015 an den Markt ging, entspricht dieser Strategie.

Die Mazda-Ingenieure folgten schon beim ersten Modell den fünf unternehmenseigenen Prinzipien in Sachen leichter Sportwagen. Dazu zählen bis heute das so genannte FR-Layout, also die Positionierung des Motors vorn und des Antriebs hinten, ein leichter und kompakter offener Fahrzeugkörper, eine 50:50-Gewichtsverteilung auf Front- und Hinterreifen, ein geringes Trägheitsmoment sowie ein erschwinglicher Preis.



Diese Kombination habe den MX-5 „zum beliebtesten offenen Zweisitzer weltweit gemacht“, erklärt Markus C. Hahn, der für Mazda als Assistant Manager im Advanced Technology & Engineering arbeitet. Bis Ende 2014 wurden von dem kleine Sportler laut Hahn knapp 950.000 Einheiten verkauft. Und für alle Generationen gelte bis heute, dass man mit dem MX-5 als Fahrer Freude beim täglichen Gebrauch finden soll.



Elf Kilogramm sparten die Ingenieure unter anderem am Fahrzeugrahmen ein.

FÜNF PRINZIPIEN HABEN BESTAND

Als die Planung der aktuellen Version begann, waren die fünf Prinzipien erneut der Ausgangspunkt aller Überlegungen. Die Schlüsselwerte Design, Dynamik und Package sollten auch in dem neuen Fahrzeug erfolgreich vereint werden. Wichtiges Element, um hier erfolgreich zu sein, war laut Hahn das so genannte „Kan“-Konzept, das sich aus den drei Merkmalen Leichtigkeit, Offenheit und exakte Reaktion ergibt.

Mit „Kan“ verbindet Mazda eine klar Mensch-zentrierte Philosophie: „Das Fahrzeug reagiert entsprechend der Erwartung

des Kunden und in Erwiderung seiner Intention“, so Hahn. Diese „Freude am Moment“ ist laut Mazda auch eine Erweiterung des Jinba-Ittai-Grundsatzes.

Zu den technischen Maßnahmen, die zur Gewichtsreduzierung führten, gehört insbesondere die Evolution der Body-Struktur des MX-5. So verordneten die Ingenieure dem Roadster unter anderem neue Abmessungen, die sich indirekt auf das Gewicht auswirkten. Die aktuelle Variante ist beispielsweise 10,5 cm kürzer als der Vorgänger.

Ein wichtiges Bauteil für die Stabilität des Fahrzeug-Bodys ist ein Rahmen aus pressgehärtetem Stahl, der vom Motorraum ausgehend über den Unterbau der Mittelkonsole verläuft. Er bietet nicht nur wesentlich bessere Crashwerte, sondern auch eine Gewichtersparnis von fast elf Kilogramm zum Vorgängermodell.

SKYACTIV FÜRS GEWICHT

Auch der neue Frontstoßfänger kombiniert ein besseres Aufprallverhalten mit einer Reduktion der Masse. Die 2,4 Kilogramm weniger Gewicht erreichten die Ingenieure durch die hochfeste Aluminiumlegierung ZK 170 des Zulieferers UACJ.

Leichtbaumaßnahmen gibt es auch bei der Vorderradaufhängung, wo 2,1 Kilogramm eingespart wurden, und beim Rahmen der Hinterradaufhängung. Dort sank gegenüber

der dritten Generation das Gewicht um 1,5 Kilogramm.

Beim MX-5 kommt natürlich auch die markenprägende Skyactiv-Technik zum Tragen. Sie betrifft hier allerdings nicht nur die Motoren, sondern vielmehr den Body. Entscheidende Stellschraube ist dabei der Materialmix, dessen wichtigste Elemente hochfeste Stähle und Aluminium sind. Letzteres hat einen Anteil von knapp neun Prozent. Jeweils ein Drittel des MX-5-Bodys besteht aus konventionellen und hochfesten Stählen. Den Rest nehmen noch festere Stahlvarianten ein.

Das Gefühl der Offenheit beim MX-5 wird unter anderem durch das einfache Bedienen des Soft-Tops per Hand erreicht. Der Verzicht auf elektrische Bauteile und der hohe Anteil an Aluminium in diesem Bauteil sparten weitere drei Kilogramm. Auch die Materialien für die Sitze und deren Verstellhebel wiegen weniger als bisher. Außerdem gibt es nur noch vier statt bisher fünf Radschrauben.

100 KILOGRAMM ABGESPECKT

Unter dem Strich ergaben all diese Einflüsse eine Gewichtersparnis von etwa 100 Kilogramm im Vergleich zum Vorgängermodell. „Das Fahrzeug wiegt nun in der deutschen Variante und ohne Fahrer 975 Kilo“, erklärte Markus C. Hahn. Damit ist man auf dem Niveau der ersten Generation, die allerdings technisch wesentlich spartanischer unterwegs war. Mazda blieb somit seiner Tradition treu und vereint die Fortschritte im Leichtbau mit den eigenen Prinzipien.

Das Endergebnis ist jedoch nicht nur leichter, sondern aufgrund der Materialauswahl auch im Crashtest nochmals besser als die Ahnen. Das bestätigte auch das NCAP-Programm: Dort wurde der MX-5 zum Klassenbesten unter den Sport-Roadstern gekürt – intelligentem Leichtbau sei Dank. <

BILDER: MAZDA

Der neue MX-5 steht in einer Leichtbautradition, die von Generation zu Generation eine Evolution vollzogen hat.



BENCHMARK AUS DETROIT

Ausgerechnet die Dickschiffe aus Detroit setzen beim Leichtbau Maßstäbe. Ein Blick über den Atlantik zu Cadillac.

- VON JENS MEINERS -



BILD: CADILLAC/JIM FETS

Im Cadillac CT6 ist die Einstiegsmotorisierung ein konventioneller 2,0-Liter-Vierzylinder. Denn die Oberklasse-Limousine bringt lediglich 1.639 Kilogramm auf die Waage.

Wenn die deutschen Hersteller eine Oberklasse-Limousine von knapp 5,2 Metern Länge lancieren, dann steckt unter der Haube üblicherweise ein Sechs-, Acht- oder Zwölfzylinder – oder ein hybridisierter Vierzylinder. Anders ist es ausgerechnet bei Cadillac: Im Spitzenmodell der US-Nobelmarke ist die Einstiegsmotorisierung ein konventioneller 2,0-Liter-Vierzylinder. Das 198 kW/269 PS starke Aggregat genügt – denn der CT6 bringt lediglich 1.639 Kilogramm auf die Waage. Der Amerikaner ist das mit Abstand leichteste Fahrzeug der

Oberklasse. Er unterbietet sowohl den Audi A8 als auch den Jaguar XJ, beide mit Vollaluminium-Karosserie, und liegt sogar unterhalb des BMW 5er – der eine Klasse tiefer angesiedelt ist.

Eine ähnliche Leistung ist Cadillac mit dem XT5 gelungen: Trotz verbessertem Platzangebot und einem Plus an Ausstattung ist der Crossover-Geländewagen mit einem Gewicht von 1.808 Kilogramm um 132 kg leichter als sein Vorgänger – obwohl Cadillac hier auf den meisten Märkten einen V6-Motor verbaut. Und der XT5 ist nicht nur das leichteste Fahrzeug im Segment: Er

unterbietet auch den Audi Q5 und BMW X3, die eine Klasse kompakter sind.

EIN LEICHTER CROSSOVER

In beiden Fällen führte ein ganzheitlicher Ansatz zum Ziel – wobei sich Cadillac an den Erfahrungen orientierte, die das Unternehmen mit den Limousinen der Alpha-Plattform, dem ATS und dem CTS, gemacht hat. Sie gelten in Sachen Steifigkeit, Gewicht und Fahrverhalten unter Fachleuten durchaus als Messlatte.

Beim XT5 verbaut Cadillac eine „A-Frame“ genannte Strebe, die der Steifigkeit dient; das Fahrwerk ist mit einer McPherson-Konstruktion vorn und einer Fünflenker-Achse hinten auf niedriges Gewicht ausgelegt. Bei der Karosserie setzt die Mannschaft um Entwicklungschef David Leone auf einen Mix an Stahlsorten, die teilweise lasergeschweißt werden. Bei A- und B-Säule verwendet Cadillac pressgehärtete Stähle mit höchster Festigkeit. Bei den Säulen und einigen Strukturelementen in der Bodengruppe kommen außerdem Mehrphasenstähle zum Einsatz. Das Dach und weite Teile der Bodengruppe werden aus Stahl mit mittlerer Streckgrenze gefertigt; bei den Außenteilen verwendet Cadillac unter anderem Stahl mit niedrigem Kohlenstoffgehalt.

Leone legt Wert darauf, dass moderne Simulations- und Analysemethoden eingesetzt wurden. Und stellt fest: „Die Anforderungen für Crossover-Modelle sind spezifisch. Die Gewichtsreduzierung verbessert nicht nur die Fahrdynamik, sondern auch den Verbrauch und das Packaging. So können wir Raum gewinnen.“ Gebaut wird der XT5 im Werk Spring Hill/Tennessee.

Nochmals anspruchsvoller ist die Aluminium-Mischbauweise des CT6: Die „Omega“-Architektur wurde mit 50 Millionen Rech-

→ STAHL MIX IM CADILLAC XT5

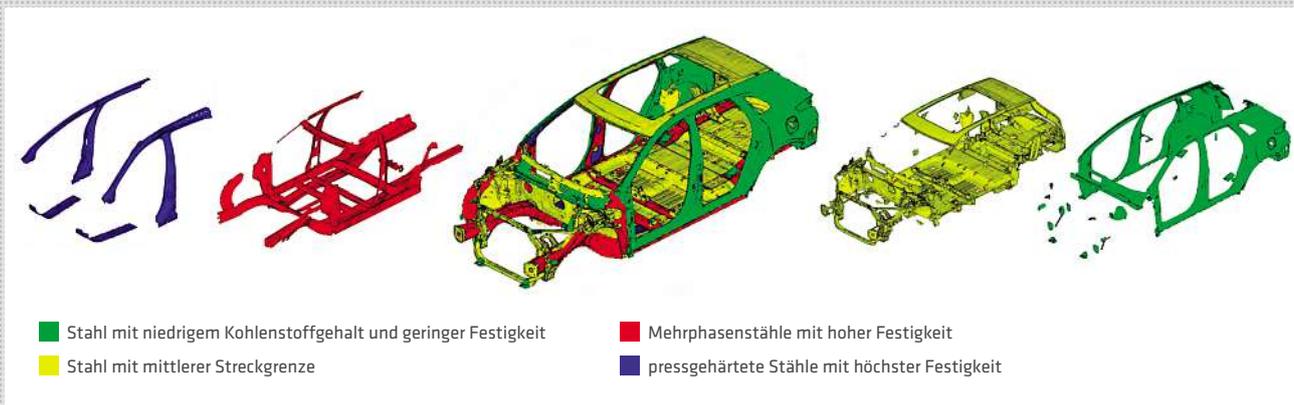


BILD: CADILLAC

Die Anforderungen für Crossover-Modelle sind spezifisch. Das geringere Gewicht verbessert Fahrdynamik, Verbrauch und Packaging.

nerstunden in über 200.000 Simulationen entwickelt; dabei wurde die Architektur sieben Mal durchgerechnet und in Gänze bewertet. Für jeden dieser Zyklen haben die Ingenieure mehr als 2.200 Lastfälle bewertet. Zudem gab es drei separate interdisziplinäre Projekte, mit denen jeweils Gewichtsersparungen, Materialauswahl und Verbindungstechniken analysiert wurden.

DIE LEICHTESTE OBERKLASSE-LIMOUSINE

Mit 62 Prozent Aluminiumanteil ist die Struktur des CT6 zwar aluminiumintensiv, insgesamt haben sich die Detroitler jedoch für einen Mix aus 13 Materialien entschieden. In den A- und B-Säulen sowie in der Sicherheitszelle verwendet Cadillac hochfeste Stähle, teilweise in Verbindung mit Alu. Im Heck ist ein Aluminium-Crashele-

ment verbaut, im Vorderwagen und an den Flanken kombinieren die Ingenieure Alu und Stahl. Am Unterboden wiederum kommen Verkleidungen aus Stahl zum Einsatz – aus gutem Grund: Sie sorgen für eine erheblich bessere Akustik. „Wenn wir an diesen Stellen Aluminium verwenden würden, müssten wir so viel Material für die Schalldämmung einsetzen, dass wir letztlich ein höheres Gewicht hätten“, erklärt CT6-Chefentwickler Travis Hester.

Dennoch lohnt sich insgesamt der Einsatz von Aluminium: Cadillac hat errechnet, dass der Verzicht auf das Leichtmetall und die Substitution durch hochfeste Stähle das Gewicht um knapp 100 kg in die Höhe getrieben hätte. Biegefrequenz und Torsionssteifigkeit übertreffen sogar den ATS.

Die Konstruktion des CT6 stellt die Produktion vor erhebliche Herausforderungen,

denn der Hersteller nutzt eine ungewöhnlich hohe Anzahl von Verbindungstechniken. Dazu gehört Aluminium-Punktschweißen, Aluminium-Laserschweißen, Aluminium-Lichtbogenschweißen, Punktschweißen für hochfeste Stähle, fließlochformende Schrauben und Stanznieten. Insgesamt setzt Cadillac pro Auto 3.073 Schweißpunkte und verwendet 268 Meter Strukturkleber.

„Diesen Mix von Verbindungstechniken gibt es bei keinem anderen Hersteller“, behauptet Hester, und verspricht „mehr Präzision als je zuvor“. Er berichtet stolz, der Prozess sei „choreografiert wie ein Orchester“. Übrigens hebt ein Roboterarm die fertige Rohkarosse auf ein Transportband in der ersten Etage, das die nächste Station ansteuert – „für ein derart großes Fahrzeug ein absolutes Novum“, sagt der Entwickler.

Das alles ginge nicht ohne erhebliche Investitionen: Über 300 Millionen Dollar hat Cadillac in ein neues Rohbau-Werk im Detroitler Vorort Hamtramck gesteckt; es ist mit 205 Robotern bestückt. Neben dem CT6 lief hier bis vor Kurzem in kleinen Stückzahlen der Elektro-Sportwagen ELR vom Band; künftig könnten weitere Modelle auf Basis der Omega-Plattform dazukommen. Zur Diskussion stehen ein nochmals größerer Cadillac namens CT8 sowie eine Top-Limousine der Schwestermarke Buick.

Das Ergebnis kann sich sehen lassen: Der Cadillac CT6 bewegt sich mit einer Leichtfüßigkeit, die man einem Fahrzeug dieser Größe nicht zutraut. Das präzise Fahrverhalten, die sehr guten Fahrleistungen und der hohe Akustik-Komfort sind direkt auf die einzigartige Leichtbaustruktur zurückzuführen. Und weil Vernunft nicht alles ist, gibt es den CT6 auch mit einem 301 kW/410 PS starken V6-Biturbo. Damit liegen die Fahrleistungen dann endgültig auf V8-Niveau. <

→ ALUMINIUM-STAHLMISCHBAUWEISE IM CADILLAC CT6



BILD: CADILLAC

Die Konstruktion des CT6 stellt die Produktion vor erhebliche Herausforderungen. Cadillac nutzt eine ungewöhnlich hohe Anzahl von Verbindungstechniken.

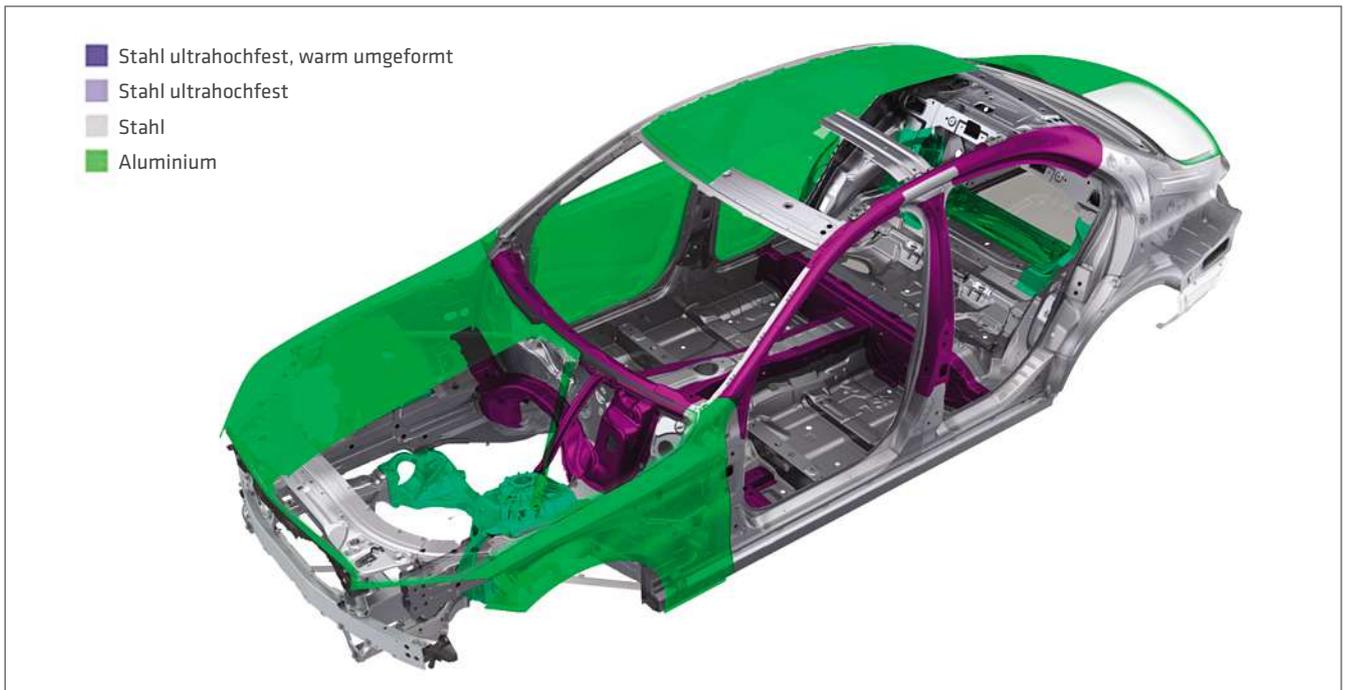


BILD: DAIMLER

Materialleichtbau in der Karosserie der neuen Mercedes-Benz C-Klasse: 70 Prozent leichter als eine konventionelle Stahlkarosserie.

„DIE VERPFLICHTUNG ALS INGENIEUR“

Für Daimler ist der Materialleichtbau mit einem Anteil von 70 Prozent der Schlüssel für weniger Gewicht; konzeptioneller Leichtbau schlägt mit 20 Prozent zu Buche, und Leichtbau in der Produktion mit 10 Prozent. Der OEM strebt einen intelligenten Materialmix an.

- VON JENS MEINERS -

Das Mantra von Dr. Stefan Kienzle, Direktor Leichtbau Karosserie bei Daimler in Sindelfingen, lautet: „Das richtige Material am richtigen Platz.“ Was das bedeutet, lässt sich exemplarisch an der Mercedes-Benz C-Klasse nachvollziehen. Der anspruchsvolle Karosserie-Leichtbauansatz nutzt konventionelle und ultrahochfeste Stähle, die in kritischen Bereichen warmumgeformt sind; die Außenhaut besteht weitgehend aus Alu.

Stolze 70 Kilogramm gegenüber einer konventionellen Stahlkarosserie spart

Daimler alleine mit diesem hybriden Leichtbau ein; insgesamt gelang es, die C-Klasse sogar um 100 Kilogramm zu erleichtern. Im Detail: Der Anteil ultrahochfester Stahlbleche ist von drei auf vier Flächenprozent gestiegen, der Anteil warmumgeformter Stahlteile von drei auf acht Prozent. Den größten Sprung gab es beim Aluminium: Hier stieg der Anteil von 9 auf stolze 48 Flächenprozent. Die Multifunktionsmulde im Heck besteht aus Thermoplast.

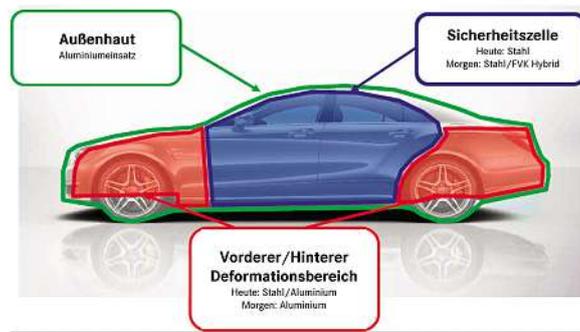
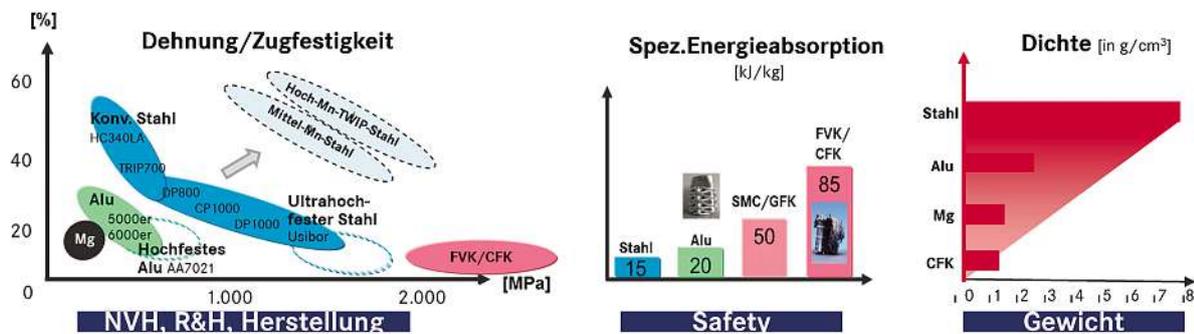
Das Aluminium eröffnete dabei neue Gestaltungsfreiheiten im Rohbau: Teilweise

konnten verschiedene Stahlbauteile in einem einzigen Aluminium-Gusselement zusammengefasst werden. Bemerkenswert dabei ist: Die C-Klasse wird trotz ihrer hohen Komplexität weltweit in unterschiedlichen Werken gefertigt, ohne dass Daimler die außerhalb Deutschlands gebauten Varianten entfeinern würde. Sämtliche Entwicklungen werden in einem Anlaufwerk freigegeben und anschließend global produziert.

„Der Schlüssel für weitere Gewichtsreduzierungen ist der Materialleichtbau mit einem Anteil von 70 Prozent; konzeptionel-

→ KERNEIGENSCHAFTEN DER MATERIALIEN BESTIMMEN DEN EINSATZ

→ „Das richtige Material am richtigen Platz“



Mehr denn je gilt es, einen intelligenten Materialmix zu finden – auf Stahl kann dabei keinesfalls verzichtet werden.

ler Leichtbau schlägt mit 20 Prozent zu Buche, und Leichtbau in der Produktion – beispielsweise mit neuen Fügetechniken – ist für 10 Prozent verantwortlich“, hatte Kienzle im Frühjahr 2015 beim »Automobil Industrie Leichtbau-Gipfel« berichtet. Dieser Anteil hat sich seitdem nicht wesentlich verschoben: „Ich halte diese Verteilung für stabil. In den Fabriken gibt es relativ wenig Spielraum. In Zukunft haben wir eher auf der Materialseite die Chance, noch etwas herauszuholen“, bekräftigt Kienzle.

Und so gilt mehr denn je, einen intelligenten Materialmix zu finden – auf Stahl kann dabei keinesfalls verzichtet werden. Mit seiner sehr hohen Zugfestigkeit und den hervorragenden NVH-Eigenschaften (Noise, Vibration, Harshness) bleibt er für verschiedene Applikationen prädestiniert: „Bei Aluminium haben wir zwar Gewichtsvorteile, brauchen zum Teil jedoch mehr Dämmmaterial“, sagt Kienzle. Hinzu kommt: High-Performance-Stahl ist für die Sicherheitszelle von Fahrzeugen auch in Zukunft sehr gut geeignet. Allerdings verbunden mit

Mehrkosten durch die extrem aufwendige Wärmebehandlung.

Erheblich zu teuer für die Großserie sind weiterhin Kohlefaser-Verbundstoffe – wengleich Daimler sogar den Einsatz kom-



Dr. Stefan Kienzle, Daimler: „Auf der Materialseite haben wir noch am ehesten die Chance, etwas herauszuholen.“

pletter CFK-Gerippe technologisch untersucht hat. „CFK müsste in den Bereich von 20 Euro pro Kilogramm kommen, um wirklich interessant zu werden“, erklärt Kienzle. Momentan befinde man sich deutlich darüber: Allerdings wurden schon enorme Fortschritte gemacht: „Wir kommen von rund 100 Euro pro Kilogramm“, verrät Kienzle.

CFK ZU TEUER

Das Allheilmittel ist CFK keinesfalls – insbesondere nicht für die Außenhaut, wenn man wie die Stuttgarter Wert auf sinnliches Design legt. Denn Kohlefaser-Verbundstoff ist spröde, er lässt sich kaum in ansprechende Formen bringen. „Wir werden CFK punktuell einsetzen“, sagt Kienzle. Vorreiter ist dabei die Tochter Mercedes-AMG in Affalterbach, die wiederum in engem Austausch mit dem Formel-1-Team steht. „Dort kommt Leichtbau in Kombination mit Funktionsvorteilen voll zum Zug“, betont Kienzle.

Allgemein eignet sich Kunststoff nicht unbedingt für die Karosserieaußenhaut, wenn er durch den Fertigungsprozess

→ **KOMPONENTENLEICHTBAU**

Erste Bauteilrealisierung

Sandwichhutablage:

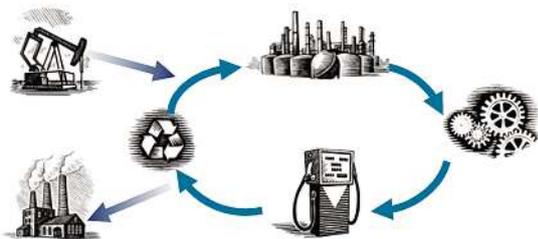


Konventionelle Hutablage:

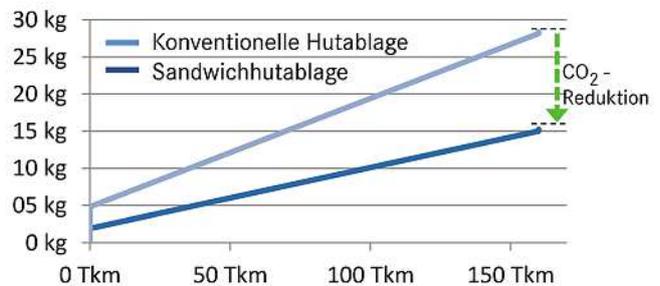


Life Cycle Assessment

Produktlebenszyklus:



CO₂-Emissionen über Laufleistung:



- 45% Gewichtsersparnis
- 4,4 Liter Kraftstoffeinsparung pro Fahrzeug
- Kostenneutralität

BILD: DAIMLER

Die neue Hutablage mit Wabenstruktur ist nicht nur stabiler, sondern auch um 45 Prozent leichter.

geführt wird: Er tendiert dazu, sich bei den hohen Temperaturen in der Lackierung (rund 180 Grad Celsius) zu verziehen. Vorbeugen lässt sich dem durch stark bombierte Flächen und relativ große Spaltmaße; dennoch ist ungewöhnlich viel Nacharbeit erforderlich. Dementsprechend setzt Daimler Kunststoff an der Außenhaut hauptsächlich für Montageteile ein. Also für Teile, die nicht durch das heiße Lackierbad müssen.

Zwispältige Erfahrungen hat Daimler mit Magnesium gesammelt: Der Werkstoff bietet in Sachen Festigkeit keine großen Vorteile und ist im Ablauf nicht robust. Hauptproblem ist die Korrosion des Materials beim Zerspanen und Schleifen in der Produktion. Im Vorgänger-T-Modell der E-Klasse (S212) hat Daimler ein Innenteil aus Magnesium verwendet; im künftigen Modellprogramm spielt der Werkstoff bis auf Weiteres keine Rolle mehr.

Und Werkstoffe mit Sonderfasern wie etwa Basaltfaser-Verbundstoff? „Die setzen wir bei Sonderfahrzeugen ein“, berichtet

Kienzle: „Sie sind noch fester als Kohlefaser-Verbundstoff.“

POTENZIAL BEI DEN KOMPONENTEN

Dafür steckt noch Potenzial in der Verglasung. Mit Polycarbonat-Dachmodulen hat Daimler bei Smart und M-Klasse bereits Erfahrungen gesammelt; die Herausforderungen, so Kienzle, seien technisch lösbar. In Zukunft könnte er sich den Werkstoff auch bei Seitenscheiben vorstellen.

Weitere Möglichkeiten bietet der 3D-Druck; derart hergestellte Bauteile können optimal gestaltet werden. Bei Kunststoff liegt die Grenze der Wirtschaftlichkeit momentan bei ein paar hundert Einheiten, und um eine Aussage zu Stahl zu treffen, ist es noch zu früh. Doch den technischen Ansatz hält Kienzle für genial.

Es lohnt sich übrigens, jedes Bauteil genau unter die Lupe zu nehmen. Als Beispiel führt Daimler eine neue Hutablage mit einer Wabenstruktur an; sie ist im Vergleich zu einer herkömmlichen, gespritzten und

kaschierten Hutablage nicht nur stabiler, sondern auch um 45 Prozent leichter.

Ein weiteres Beispiel ist das Nanoslide genannte Verfahren zur Beschichtung der Zylinderlaufbahnen verschiedener Konzernmotoren; dabei wird das Gewicht je Motor um stolze 4,3 Kilogramm abgesenkt.

Neue Herausforderungen stellen sich bei den E-Autos, die mit einem Akkugewicht von teilweise über einer halben Tonne im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen schwer sind. Auch hier steckt noch reichlich Potenzial – etwa in der crashsicheren Kapselung der Akkus, die intelligent und multifunktional gelöst werden kann.

Regulatorische Vorgaben sind für Daimler übrigens nur ein Anreiz unter vielen: „Die gesetzliche Anforderung kann ein Thema beschleunigen, aber sie ist nicht die zentrale strategische Feder“, sagt Kienzle und bilanziert: „Wenn ich eine vorteilhafte Technik kenne, dann ist es meine Verpflichtung als Ingenieur, sie schnellstmöglich dem Kunden verfügbar zu machen.“

Inspiziert vom Mercedes-AMG GT wurde das Hochleistungsmountainbike Rotwild GT S entwickelt. Zum Einsatz kommt Hightech wie die Carbon Modul Monocoque Technology (MMT2) und die EPS Innermold Technology. Das Ergebnis ist ein extraleichtes Rahmengewicht mit optimaler Steifigkeit und idealen Dämpfungseigenschaften.

MEHR INHALT, WENIGER GEWICHT

Porsche definiert sich seit jeher über den Leichtbau – der 911 ist ein Paradebeispiel dafür. Bei diesem Modell gibt es auch einen punktuellen Übergang vom Rennsport in die Serie.

- VON JENS MEINERS -

Es war eigentlich nie die überragende Leistung, die als Grundlage für die grandiosen Rennsport-Erfolge von Porsche diente. Sondern etwas anderes: Intelligenter Leichtbau. Die legendären Sportwagen aus Zuffenhausen setzten sich in den Fünfziger- und Sechzigerjahren vor allem deshalb gegen den Wettbewerb durch, weil sie flinker, effizienter und leichtfüßiger waren.

Diese Historie prägt Porsche bis heute, und dafür ist das Kernmodell der Marke, der 911, ein besonders schönes Beispiel. Er integriert sehr viel Kompetenz und Technik aus dem Rennsport: Vom „Elfer“ gibt es mehrere Derivate, die als Wettbewerbsfahrzeug

dienen. Das färbt auch auf die „profaneren“ Varianten ab.

EIN KOMPLETT NEUER ANSATZ

Bei der aktuellen Baureihe, die intern die Bezeichnung 991 trägt, hat Porsche sich auf eine Aluminium-Mischbauweise verlegt: Der Rohbau besteht nun teilweise aus Aluminium; vor allem bei der Seitenwand setzt der Hersteller weiterhin auf Stahl. Rund 45 Prozent entfallen auf Aluminiumwerkstoffe, 15 Prozent auf warmumgeformte Stähle, 26 Prozent auf hoch- und höchstfeste Stähle und 14 Prozent auf Tiefziehstähle.

Der Vorderwagen besteht fast komplett aus Alu, ebenso wie der Rohbau der Türen;

sie waren beim Vorgängermodell nur in den Turbo- und GT-Derivaten aus dem Leichtmetall gefertigt. Die Sicherheitszelle wiederum wird von Bauteilen aus höchstfestem pressgehärtetem Stahl umschlossen. Bei den im Kastenrohbau eingesetzten Aluminiumdruckgussteilen verzichtet Porsche übrigens auf eine spezielle Wärmebehandlung; dadurch lassen sich die Toleranzen deutlich verringern. Die Differenzierung der Cabrio-Variante erfolgt über die Seitenwand; zudem hat Porsche den Schweller verstärkt. Insgesamt liegt der Anteil der Gleichteile in der Rohbaustruktur bei 80 Prozent.

Das Cabrioletverdeck selbst ist ein Musterbeispiel an Leichtbau: Stahl kommt prak-

Le-Mans-Sieger 919 Hybrid: Als Grundlage für die Rennsport-Erfolge von Porsche diente schon immer der Leichtbau.



tisch nicht mehr zum Einsatz; die seitlichen Hauptlenker und die hinteren Spannbügel sind aus Aluminium. Am höchsten ist der Anteil von Magnesium, das Porsche für die seitlichen Kinematiklenker, die Verdecklager, Flächenspiegel sowie Dach- und Heckscheibenrahmen nutzt. Gebaut wird das Verdeck von Magna Car Top Systems, einer früheren Tochter von Porsche und Daimler.

Die Entscheidung für die Mischbauweise fiel 2007; Haupttreiber war der Wunsch, die Gewichtsspirale zu durchbrechen. Dies ist gelungen: Die Karosserie ist erheblich leichter als die Vorgängermodelle 997 und 996 der zweiten Generation; der 991 ist wieder auf dem Niveau des 996 der ersten Generation aus dem Jahr 1996 angelangt. Und zwar trotz einer deutlichen Radstandsverlängerung um 100 Millimeter, einer stabileren Struktur sowie verschiedener Ausstattungsverbesserungen inklusive der Maßnahmen zur Effizienzsteigerung, die zunächst einmal mehr Gewicht ins Auto bringen (beispielsweise Start-Stopp-Systeme).

Neben dem Rohbau hat Porsche an zahlreichen weiteren Stellschrauben gedreht, um das Gewicht zu verringern. Zur Feinarbeit an Einzelkomponenten zählen Leichtbau-Federbeine, ein Kompaktkühler mit Magnesium-Konsole, ein Magnesium-Cockpiträger, eine modulare Pedalerie, eine optimierte Abgasanlage sowie Leichtbau-Sitzlehnen.

GT3 ALS INNOVATIONSTREIBER

Beim rennsporttauglichen GT3 RS ist auch das Dach aus Magnesium; es wiegt nur noch 2,1 Kilogramm, während das Serientdach aus Aluminium 3,1 kg wiegt. Ein Kohlefaser-Dach würde 2,9 kg wiegen, und das Stahldach des Vorgängermodells wiegt – zum Vergleich – stolze 7,5 Kilogramm.

Der Stellenwert der hochpreisigen Turbo- und GT-Varianten beim Leichtbau wird auch durch den Einsatz von Keramik und Titan verdeutlicht. Die Keramik-Bremsanlagen sorgen dabei nicht nur für niedrigere ungefederte Massen, sondern sind auch deutlich belastbarer als konventionelle Stahlbremsen. Bei Abgasanlagen und Pleueln setzt Porsche bei spezifischen Modellen auf Titan.

Und dann gibt es auch noch die Möglichkeit, die klassische 12-Volt-Batterie durch eine Lithium-Ionen-Batterie zu substituieren. Die ist nicht ganz so kältefest, aber erheblich leichter.

Erfahrungen mit Kohlefaser-Verbundstoffen wiederum hat Porsche vor allem beim



Beim aktuellen 911 hat Porsche sich auf eine Aluminium-Mischbauweise verlegt.



BILDER: PORSCHE

Manchmal geht den Entwicklern auch der Spieltrieb durch – etwa beim Targa. Per Knopfdruck hebt sich die hintere Dachkuppel und das Mittelteil legt sich hinter den Fondsitzen ab.

918 Hybrid gesammelt. Der Hersteller legt Wert darauf, dass es sich dabei um „keinen Selbstzweck und Marketing-Instrumente handelt“ – ein Seitenhieb auf München, wo man beim Elektroauto i3 und dem Hybrid-Sportwagen i8 großen Wert auf den hohen Kohlefaseranteil legt. Auch beim 918 Hybrid bestehen Chassis und Monocoque aus CFK.

Für größere Serien ist die Technik nach Ansicht von Porsche jedoch kaum tauglich. Beim 911 ist es die Sportvariante GT3 RS, die – genauso wie der Le-Mans-Sieger 919 Hybrid – „einige Kilo durch Kofferraumdeckel, Heckspoiler und Kotflügel aus CFK spart“. Der Hersteller räumt ein, dass sich CFK im Fahrzeugbau erheblich langsamer entwickelte als ursprünglich erwartet. Verantwortlich dafür seien die weiterhin hohen Kosten: Der Fertigungsprozess sei „aufwendig, zeitintensiv und weniger automatisiert“. Schon die Herstellung der Ausgangsfasern sei teuer und äußerst energieintensiv – ein Umstand, der auch die Umweltverträglichkeit des Werkstoffs in Frage stelle.

Und so prophezeit Porsche, dass die Leichtbau-Karosserie der Zukunft einen „intelligenten, anforderungsgerechten Werkstoffmix aus Aluminium und Stahl aufweisen wird, ergänzt um Bauteile aus

Magnesium und Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoffen wie CFK“.

KÖNIG KUNDE REGIERT

Letztlich hängt der Erfolg des Leichtbaus auch von Anforderungen ab, die sich dem Zugriff der Ingenieure entziehen. Beispiel Kundenwünsche: Nur wenige machen bei den spitz positionierten Sportmodellen von der Option Gebrauch, die Klimaanlage oder auch die Telematiksysteme wegzulassen. Und Porsche verzichtet zunehmend darauf, eine klassische Handschaltung anzubieten. Die Doppelkupplung ist zwar schwerer, aber sie kompensiert das Mehrgewicht durch ihre größere, effizienzsteigernde Spreizung und die kurzen Schaltzeiten.

Manchmal geht den Entwicklern auch der Spieltrieb durch – etwa beim Targa. Per Knopfdruck hebt sich die hintere Dachkuppel, der Bügel klappt surrend auf, und das Mittelteil legt sich publikumswirksam hinter den Fondsitzen ab. Das Mehrgewicht gegenüber dem Carrera 4 Coupé liegt bei 110 kg, und selbst gegenüber dem Cabrio sind noch plus 40 kg zu verbuchen. Vielleicht lohnt sich auch hier der Blick zurück: Das händisch zu bedienende Targadach der Baureihen bis zum 964 ist geradezu bestechend einfach. <



BILD: BROSE/HAGEN LEHMANN

Das Brose-Technikum in Hallstadt: Hier untersuchen Ingenieure die Fertigungsschritte für glasfasergewebeverstärkte Thermoplaste.

LEICHT UND SERIENREIF

Der Zulieferer Brose nutzt innovative Werkstoffe für leichtere Komponenten und Systeme. Dank umfangreicher Entwicklungsarbeit erhielt das Unternehmen jetzt die ersten Serienaufträge für Tür- und Sitzprodukte aus glasfasergewebeverstärkten Thermoplasten.

Für Automobilzulieferer sind bessere Werkstoffe ein vielgenutztes Mittel im Leichtbau. Materialsubstitution dient vor allem dazu, größere Strukturbauteile auf Diät zu setzen. Neben hochfesten Stählen und Leichtmetallen wie Aluminium stehen seit einiger Zeit auch faserverstärkte Kunststoffe im Fokus der Entwickler. Der bekannteste Vertreter dieser Gattung ist karbonfaserverstärkter Kunststoff. Trotz seiner hervorragenden Eigenschaften eignet sich das Material wegen der hohen Kosten aber häufig nicht für den breiten Einsatz. Denn egal wie fortschrittlich ein Produkt beziehungsweise eine Technik

ist: Treiben Material- oder Fertigungskosten den Preis zu sehr in die Höhe, ist das Thema für den Fahrzeughersteller uninteressant. Auch in Zeiten strenger Emissionsregulierungen hat sich an dieser Prämisse nichts geändert. Zulieferer wie Brose müssen daher innovative Lösungen für sinnvollen und bezahlbaren Leichtbau finden.

Glasfasergewebeverstärkte Thermoplaste sind eine interessante Alternative. Zwar haben sie im Vergleich mit der Karbonfaser-Version leichte Nachteile bei einigen Werkstoffeigenschaften, entscheiden aber den Preisvergleich deutlich für sich. Bei der Werkstoffgruppe sind Glasfasern in eine

Matrix aus beispielsweise Polypropylen oder Polyamid eingebettet. Beim Erwärmen des auch Organoblech genannten Materials erhält es eine wachswichtige Konsistenz und lässt sich in die gewünschte Form pressen. Durch Hinterspritzen lassen sich gleichzeitig lokale Verstärkungen und Funktionselemente aus Kunststoff anbringen. Dieser Prozess ist mit entsprechenden Anpassungen in einer konventionellen Spritzgießmaschine realisierbar.

Bereits seit dem Jahr 2008 beschäftigt Brose sich mit der zukunftssträchtigen Materialgruppe. In diesem Jahr liegen bei den Sitz- und bei den Türsystemen die ersten



Das vorgestanzte Organoblech-Halbzeug wird in der Spritzgussmaschine erwärmt und in Form gepresst. Gleichzeitig werden Verstärkungen und Funktionselemente aus Kunststoff angespritzt.

Serienaufträge vor. Bei den Sitzen ist es eine klappbare Durchlade für die Rücksitzbank, die aus Organoblech besteht – der Startschuss für die Produktion fällt noch dieses Jahr. Im Vergleich zur herkömmlichen Variante aus Stahl mit etwa vier Kilogramm spart sie aber nicht nur rund 40 Prozent des Gewichts ein – die neue Bauweise verringert auch die Komplexität: Bisher mussten circa 17 einzelne Komponenten zum Produkt verschweißt werden. Nun ist es nur noch ein Bauteil, bei dem zudem die Oberflächenbehandlung entfällt.

DEUTLICHE VORTEILE

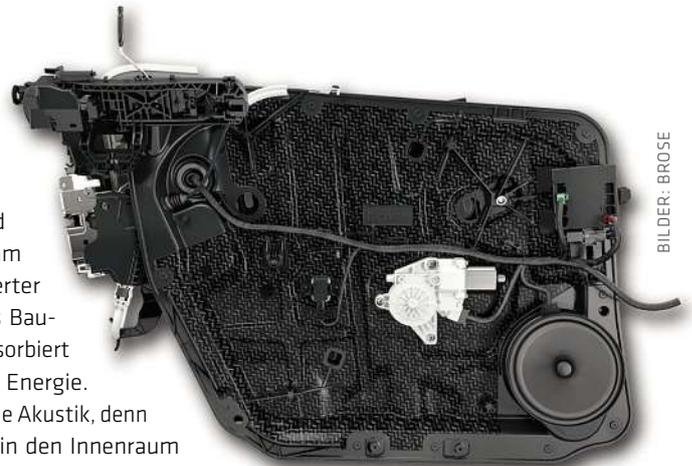
Das zweite Produkt aus Organoblech ist ein Türsystem, bei dem die Trägerplatte aus dem Verbundwerkstoff besteht und nur 0,6 Millimeter dick ist. Die Großserienfertigung startet im Jahr 2018. Verglichen mit Stahltüren sparen glasfasergewebeverstärkte

Türmodule über fünf Kilogramm pro Fahrzeug, gegenüber herkömmlichen Kunststoff-Türsystemen sind es bis zu zwei Kilogramm – und das bei gesteigerter Crashperformance: Das Bauteil aus Organoblech absorbiert bis zu vier Mal mehr Energie. Gleichzeitig überzeugt die Akustik, denn die Schallübertragung in den Innenraum reduziert sich deutlich.

Die gestalterischen Freiheiten bei der punktgenauen Ausformung der Wandstärke, des Faserverlaufes und des Lagenaufbaus erlauben es, weitere festigkeitsrelevante Aufgaben auf das Modul zu übertragen: Wo mehr Festigkeit gefordert ist, lässt sich die Trägerplatte mittels angepassten Faserverlaufes oder gezieltem Lagenaufbau verstärken. Ansonsten bleibt sie hauchdünn. Dadurch entfallen Verstärkungsbleche, die bei marktüblichen Systemen nötig sind, etwa um Belastung durch Türabsenkung, Windlast oder Torsion im Türinnenteil aufzufangen. An crashrelevanten Stellen ist es zudem möglich, den Faserverlauf anzupassen, was für hohe Bruchdehnung und damit für Sicherheit sorgt.

EIGENE GRUNDLAGENENTWICKLUNG

Doch vor der Serienreife der neuen Produkte stand intensive Entwicklungstätigkeit. Da endlosfaserverstärkte Thermoplaste im automobilen Massenmarkt noch weitgehend unbekannt waren, mussten zunächst Grundlagen erarbeitet werden. Brose ergänzte die Kompetenz im eigenen



BILDER: BROSE

Eine angespritzte Rippenstruktur erhöht die Steifigkeit der Organoblech-Durchlade.



BILD: BROSE

Haus durch Kooperationen mit Entwicklungspartnern und die Teilnahme an öffentlich geförderten Forschungsprojekten. Die Arbeit begann bereits bei der Spezifikation von Organoblechen: Die Anzahl der Lagen lässt sich wie der für die Matrix verwendete Kunststoff an die gewünschten Eigenschaften des Bauteils anpassen. Das macht die endlosfaserverstärkten Thermoplaste vielfältig einsetzbar, jedoch auch komplex in der Anwendung. Deshalb entwickelte Brose eine eigene Norm für die Werkstoffgruppe, die als Basis und Leitfaden für Entwicklung und Qualitätssicherung dient. Neben der angesprochenen Werkstoffspezifikation legt sie etwa Rahmenbedingungen von Prüfverfahren für das Material fest.

Um das Wissen über die Verarbeitungsprozesse der glasfasergewebeverstärkten Thermoplaste bis zur Großserienreife voranzutreiben, waren Investitionen in Technik und Infrastruktur nötig. So errichtete der Zulieferer am Brose Standort in Hallstadt im Jahr 2015 auf 1.200 Quadratmetern ein Technikum für über fünf Millionen Euro. Hier

„UNSER ZIEL IST DER PERFEKTE MIX“



BILD: BROSE

Jürgen Otto ist der Vorsitzende der Geschäftsführung der Brose-Gruppe.

Herr Otto, Brose hat stark in die Organoblech-Entwicklung investiert und bereits die ersten Serienaufträge erhalten. Ist das Material der neue Wunderwerkstoff im Leichtbau?

So gefragt: Nein. Weil es den einen perfekten Werkstoff nicht gibt. Dazu sind die Anforderungen an unsere Produkte im Fahrzeug zu unterschiedlich. Die endlosfaserverstärkten Thermoplaste sind jedoch ein wichtiger Baustein unserer Leichtbastrategie. Dass wir schon jetzt Serienaufträge erhalten haben, ist sehr erfreulich.

Welche Strategie verfolgen Sie?

Unser Ziel ist der perfekte Mix gewichtsreduzierender Werkstoffe: Beim Multimaterial-Leichtbau setzen wir Stoffe je nach ihren spezifischen Stärken an bestimmten Stellen in unseren Produkten ein.

Zum Beispiel?

Unsere Leichtbau-Vordersitzstruktur: Querrohr und Seitenteile bestehen aus diversen hochfesten Stählen, die elektrische Sitzneigungsverstellung großteils aus Kunststoff. Allein diese drei Maßnahmen reduzieren das Gewicht um rund ein Kilogramm pro Sitz. Das funktioniert aber nur mit entsprechendem Know-how bezogen auf die Werkstoffe, die richtigen Fügetechniken sowie das ganze Sitzsystem.

Welche weiteren Leichtbauansätze verfolgt Brose?

Generell verfolgen wir einen mechatronischen Systemansatz. Bei elektrischen Antrieben wie der elektrischen Ölpumpe integrieren wir Motor, Steuerelektronik sowie Pumpe in ein kompaktes Gehäuse und sparen damit Schnittstellen und Gewicht ein. Bei Schließsystemen konnten wir die Teileanzahl massiv reduzieren: Unser „Flex-Pol“-Premium-Schloss etwa benötigt nur noch rund die Hälfte der üblichen 90 Komponenten. Auch das Gewicht verringert sich um fast 50 Prozent, die Funktionen bleiben aber erhalten.

Wo sehen Sie künftig die größten Herausforderungen im Leichtbau?

Bei allem Enthusiasmus ist es wichtig, dass die Robustheit von Produkten und Herstellungsprozessen gewahrt bleibt. Leichtbau muss beherrschbar bleiben, und die Funktion der Komponente oder des Systems darf nicht beeinträchtigt werden. Außerdem kostet Leichtbau Geld. Hier hilft nur die Diskussion mit dem Kunden. Er muss entscheiden, wie viel Gewicht weniger er haben will – und was er bereit ist, dafür zu bezahlen. In High-Performance-Fahrzeugen kommen dann andere Leichtbautechniken zum Einsatz als in Kleinwagen. <

untersuchen Ingenieure alle Fertigungsschritte vom Greifen des Halbzeugs bis zur Entnahme des fertigen Produkts. Dies geschieht auf Standardmaschinen, und zwar taktneutral zu herkömmlichen Spritzgießprozessen. Die Ergebnisse fließen in die Entwicklung und Simulation ein, außerdem lassen sich mit ihnen angewandte Prozesse stetig verbessern. Welche Aufheizverfahren eignen sich für unterschiedliche Materialdicken? Wie kommt das erwärmte Material am besten in das Werkzeug? Wie lässt sich der Verschnitt minimieren? Dies sind nur einige der vielen Fragen, die „im Einsatz“ beantwortet werden mussten, bevor Brose für die Großserienfertigung von Organoblech-Produkten bereit war.

WICHTIGE VORHERSAGEN

Außerdem entwickelt der Zulieferer die Simulation endlosfaserverstärkter Kunststoffe weiter. Die computergestützte Vorhersage nimmt eine Schlüsselrolle für neue Technologien ein: Dank effizienter Prognosewerkzeuge sind Konzeptaussagen und -entscheidungen früher möglich – hohe Reifegrade lassen sich so schneller erreichen und Entwicklungsprozesse beschleunigen. Beim Organoblech ist beispielsweise die Simulation des Bearbeitungsprozesses eine besondere Herausforderung: Die formgebenden Prozesse laufen ähnlich wie bei Metallblechen ab, die Verformungsmechanismen im Material sind aber andere. Im endlosfaserverstärkten Thermoplast tritt etwa kein plastisches Fließen, sondern eine Scherung auf.

Genau hier sind verlässliche Vorhersagen jedoch besonders wichtig: Die lokale Orientierung der Fasern entsteht erst während der Umformung – beeinflusst aber die Bauteilfestigkeit stark. Die Eigenschaften des fertigen Produkts lassen sich daher nur verlässlich vorhersagen, wenn man auch die Herstellungsprozesse mitbetrachtet.

Es sind also mehr als „nur“ innovative Ideen vonnöten, um Leichtbaupotenziale erfolgreich umzusetzen. Brose setzt dafür auf seine Entwicklungskompetenz, die Prozessstärke bei der Industrialisierung und die ertragreiche Zusammenarbeit mit Entwicklungspartnern. So konnte das Familienunternehmen Organoblech-Produkte großserienreif entwickeln. Dabei prüft der Zulieferer kontinuierlich weitere Einsatzmöglichkeiten der neuen Verbundwerkstoffe. <

Dr. Christina Hack, Leiterin Vorentwicklung, Brose-Gruppe

DIE KRAFT DER ZWEI WERKSTOFFE

Die Emissionsvorschriften werden strenger – für Hersteller wie Zulieferer eine enorme Herausforderung. Polymer-Metall-Hybride von ElringKlinger vereinen hohe Funktionalität mit geringem Gewicht – eine gefragte Kombination.

- VON CLAUS-PETER KÖTH -

Leichtbau hat bei ElringKlinger Tradition! Ende der Neunzigerjahre ging das erste Kunststoff-Leichtbauteil in Serie, eine Ventilhaube. Über die Jahre erweiterte sich das Portfolio stetig. Auch der Einstieg in den Leichtbau für Karosserie- und Fahrwerkteile ist dem Unternehmen gelungen. Bei der sogenannten HFH-Technologie (Hydroform Hybrid) trifft Kunststoff auf Metall.

Eine optimale Materialkombination samt Verbindungstechnologie sind beim Hybrid-Leichtbau entscheidend, denn es ergänzen sich dabei die Stärken beider Werkstoffe: weniger Gewicht, hohe Form- und Maß-

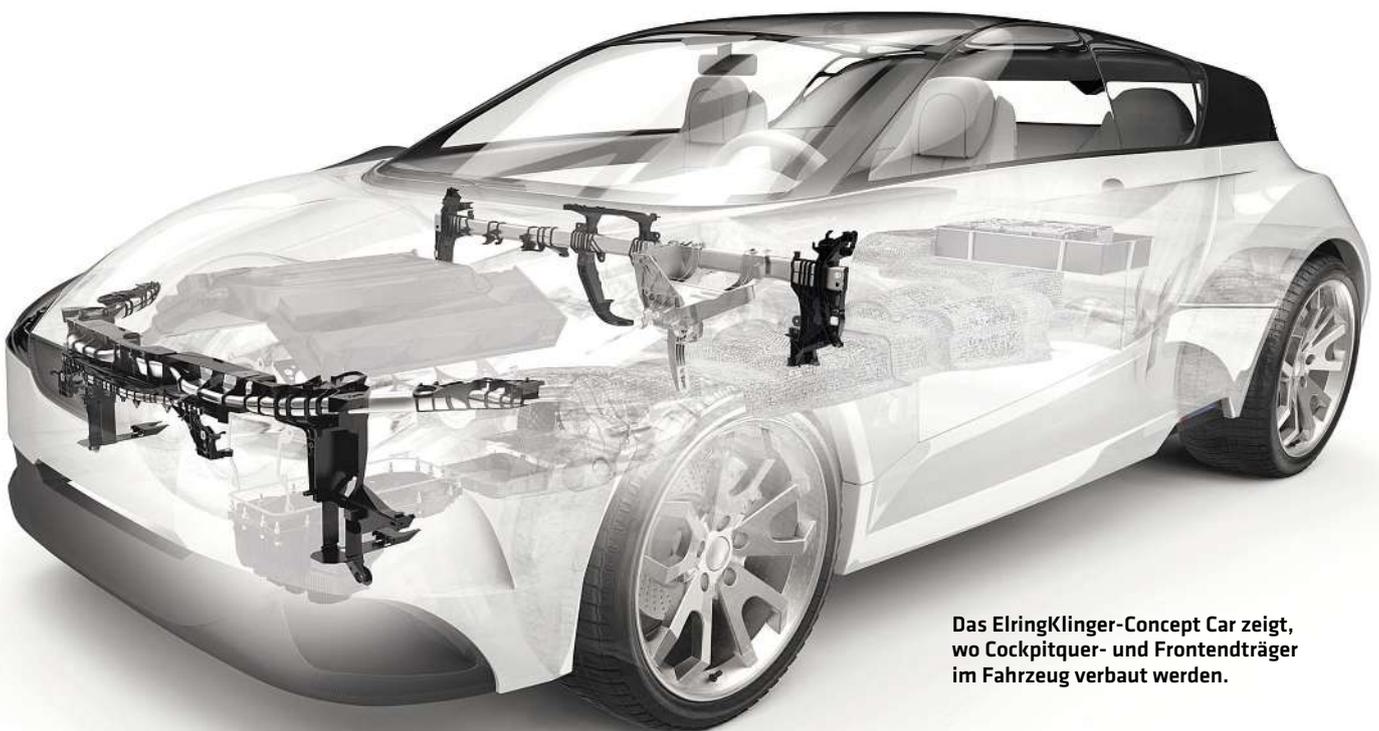
genauigkeit, höhere Struktursteifigkeit im Crashfall, Realisierung komplexer Geometrien, weniger Einzelteile durch Multifunktionalität, Zeitersparnis durch Integration mehrerer Verfahrensschritte in einem Arbeitsgang sowie weniger Materialeinsatz und folglich auch niedrigere Kosten.

ZWEI VERFAHREN VEREINT

ElringKlinger stellt die Strukturbauteile, zum Beispiel Cockpitquer- oder Frontendträger, in einem Fertigungsverfahren her, das Innenhochdruck-Umformen und Spritzgießen in nur einem Prozessschritt vereint (s. Grafik auf S. 36).

Dabei wird ein im Strangpressverfahren hergestelltes dünnwandiges Aluminiumrohr automatisiert in ein Werkzeug eingelegt. Nach Schließen der Werkzeughälften wird der Innenraum des Rohrs mit einer Flüssigkeit gefüllt, unter Hochdruck gesetzt und erhält so seine präzise Endkontur. Anschließend startet in derselben Werkzeugkavität der Spritzgussprozess. Hierbei wird der geschmolzene Kunststoff unter Temperatur sowie Druck in das Werkzeug eingespritzt und verfestigt sich dort in der Kavität und um das verformte Rohr. Anschließend wird das Hybridbauteil entnommen und den weiteren Bearbeitungsprozessen zugeführt.

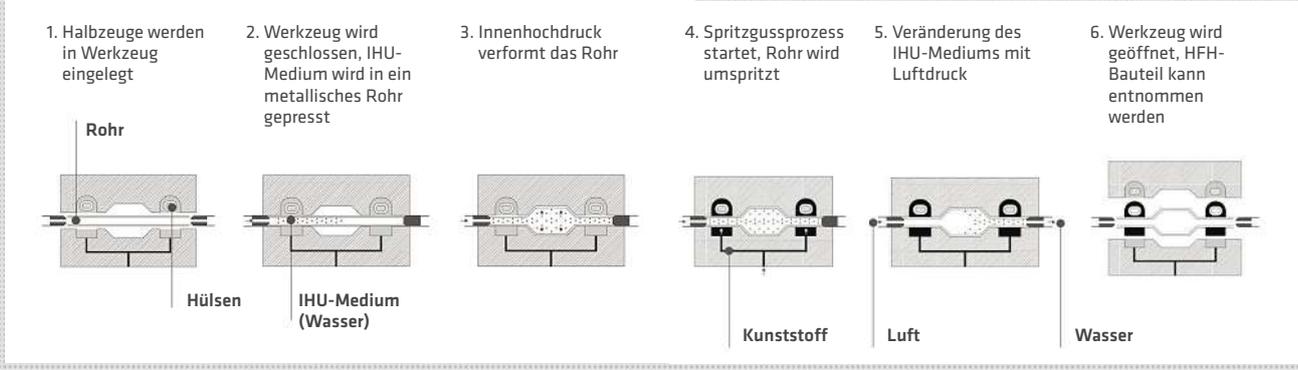
BILDER: ELRINGKLINGER



Das ElringKlinger-Concept Car zeigt, wo Cockpitquer- und Frontendträger im Fahrzeug verbaut werden.

→ **INNENHOCHDRUCK-UMFORMEN (IHU)**

→ **SPRITZGUSSPROZESS (SG)**



Zur Herstellung von Polymer-Metall-Hybriden setzt ElringKlinger ein Kombi-Werkzeug ein, das Innenhochdruck-Umformen und Kunststoffspritzguss in nur einem Prozessschritt vereint.

Die HFH-Bauteile werden aktuell an zwei Standorten von ElringKlinger produziert: in Suzhou/China sowie im kanadischen Leamington. Die hierzu benötigten, 32 Tonnen schweren Werkzeuge hat der konzerninterne Werkzeugbau – bekannt unter dem Markennamen Hummel-Formen – am Standort Lenningen hergestellt.

„Um Zeit zu gewinnen, transportierten wir 2014 zwei der drei Werkzeuge für die Spritzgussmaschine auf dem Luftweg von Deutschland nach China – in jeweils zwei Teile zerlegt. Und da der Platz in Suzhou nicht ausgereicht hat, haben wir dort kürzlich sogar ein neues Werk eingeweiht. Wir sind von der Technologie überzeugt – ent-

sprechend investieren wir auch“, berichtet Dr. Stefan Wolf, Vorsitzender des Vorstands der ElringKlinger AG.

Im Karosseriebereich werden zunächst Cockpitquer- und Frontendträger aus Polymer-Metall-Hybriden gefertigt. Der Cockpitquerträger trägt beispielsweise Instrumententafel, Lenksäule, Heizungs- und Lüftungsmodule, Airbags, Handschuhkasten, Mittelkonsole sowie weitere Ausstattungselemente und verbindet sie sicher mit der Fahrzeugkarosserie.

Weiter vorne im Fahrzeug trägt der Frontendträger den Ladeluftkühler, die Scheinwerfermodule, den Spritzwasserbehälter, das Signalhorn und das Abstandsradar-Modul. Darüber hinaus stützt er die Motorhaube ab.

Bislang werden die HFH-Teile exklusiv für Mercedes-Benz gefertigt. Der Großauftrag umfasst ein Volumen von über 120 Millionen Euro in den nächsten fünf Jahren. „Weitere Kunden haben bereits Interesse an der Technologie geäußert. Seit Abschluss des Lizenzvertrags befinden wir uns in konkreten Verhandlungen mit Fahrzeugherstellern“, erklärt Wolf.

serverstärktem Polyamid haben entscheidende Vorteile gegenüber herkömmlichen Aluminiumkonstruktionen: Eine bessere Akustik, höhere Wärmeisolierung und deutlich weniger Gewicht sprechen für sich. Auch eine hohe Festigkeit und Steifigkeit zeichnen die Bauteile aus. Zudem wird das aus Naturkautschuk hergestellte Motorlager besser vor der Motorhitze geschützt und so die Lebensdauer erhöht. Inserts und Buchsen, aber auch Hitzeschilder können problemlos integriert werden.

STRUKTURBAUTEILE AUS ENDLOSFASSERVERSTÄRKTEN THERMOPLASTEN

Endlosfaserverstärkte Thermoplaste in Kombination mit thermoplastischem Spritzguss ermöglichen den Ersatz von metallischen Komponenten auch bei Strukturbauteilen in der Karosserie oder im Interieur.

Crashrelevante Bauteile können durch diese Materialkombination als Kunststoffbauteil realisiert werden. Dies zeigen erste Designstudien, die bei ElringKlinger durchgeführt wurden. Bei dem einstufigen Prozess wird das warme Organoblech direkt in das Spritzgusswerkzeug eingelegt, beim Schließen des Werkzeugs umgeformt und danach direkt angespritzt. Hierbei werden die guten Materialeigenschaften des Organoblechs mit einer zusätzlichen Funktionalisierung durch Anspritzen von Rippenstrukturen weiter verbessert. Mittels Funktionsintegration können mehrkomponentige metallische Bauteile in ein thermoplastisches Bauteil überführt werden. Die Einsatzmöglichkeiten der endlosfaserverstärkten Thermoplaste sind vielfältig – auch im non-automotive Bereich. <



Der Cockpitträger verbindet z. B. die Instrumententafel mit der Karosserie.

Der Frontendträger stützt auch die Motorhaube ab.

MOTOR- UND GETRIEBETRÄGER AUS GFK

Als Spezialist für Kunststoffspritzguss geht ElringKlinger auch bei Motor- und Getriebeträgern einen Schritt weiter und ersetzt die bis dato verwendeten metallischen Werkstoffe durch glasfaserverstärkte Thermoplaste. Motorträger aus glasfa-

„WIR SEHEN NOCH POTENZIAL“

Dr. Stefan Wolf, Vorstandsvorsitzender der ElringKlinger AG, über den Stellenwert des Leichtbaus, jüngste Aufträge und die Auswirkungen der Elektrifizierung.

- DIE FRAGEN STELLTE
CLAUS-PETER KÖTH -

Der Leichtbau macht ElringKlinger unabhängiger vom Geschäft rund um den Verbrennungsmotor. Welchen Anteil am Gesamtumsatz soll er künftig einnehmen?

Das Thema Leichtbau treiben wir in unserer Unternehmensgruppe konsequent voran. Anfang 1998 gelang es ElringKlinger, den ersten Prototypenauftrag für eine Kunststoff-Ventilhaube zu akquirieren. Heute erzielen wir mit unseren Kunststoff-Leichtbauteilen und -modulen rund 21 Prozent des Konzernumsatzes. Dieser Anteil soll weiter steigen: Wir sehen noch Potenzial.

Wird es bald einen eigenen Geschäftsbereich „Leichtbau“ geben, in dem Sie die Kompetenzen bündeln?

Dies tun wir bereits seit Beginn unserer Leichtbauaktivitäten. Ein aktuelles Beispiel ist eine Kunststoff-Ventilhaube für einen Premiumhersteller: Uns ist es gelungen, ein Abschirmteil zu integrieren, welches das Bauteil vor hohen Temperaturen schützt, die vom Turbolader ausgehen. Selbstverständlich fertigen wir dieses thermische Abschirmteil selbst. Ob es einen Geschäftsbereich „Leichtbau“ geben wird, steht zum jetzigen Zeitpunkt nicht fest. Wichtig ist, dass wir weiterhin innovativ bleiben.

In welchen Segmenten profitieren Sie vom Megatrend Leichtbau? Auf welche Erfahrungen können Sie zurückgreifen?

In erster Linie profitieren wir natürlich bei unseren Kunststoff-Leichtbauteilen und -modulen. Unser Cockpitquerträger aus



BILD: ELRINGKLINGER

→ Zur Person

Dr. Stefan Wolf, 54, studierte nach einer Banklehre Rechtswissenschaften an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen. 1997 trat er in die ElringKlinger AG ein. Im März 2006 bestellte ihn der Aufsichtsrat zum Vorsitzenden des Vorstands.

Polymer-Metall-Hybriden wiegt beispielsweise 40 Prozent weniger als bisherige Lösungen. Hier können wir auf die Erfahrungen und das Know-how von Hummel-Formen zurückgreifen: Mit der Integration des Formenbauers haben wir uns eine kreative Ideenschmiede für Produktionsverfahren der Zukunft ins Haus geholt. Es ist uns möglich, alles durchzuführen, von der Forschung an neuartigen Materialien über deren analytische und fertigungstechnische Erprobung bis zur Industrialisierung.

Aber auch bei unseren Abschirmsystemen achten wir auf das Gewicht. Die Bauteile sind extrem leicht und sehr gut formbar. Neben der Bauteilzahl verringern sich die Geräuschemissionen und das Gewicht. Und das alles ohne Abstriche an die Funktiona-

lität und Dauerhaltbarkeit. Übrigens bieten wir auch in Leichtbauweise gefertigte Gehäuse für Energiespeicher an. Das Thema zieht sich also durch verschiedene Geschäftsbereiche.

Vom Zulieferer Brose haben Sie jüngst den Serienauftrag zur Fertigung von Türmodulträgern aus Organoblechen erhalten. Welche Kompetenzen bringt ElringKlinger ein?

Der Großauftrag bestätigt unsere Forschungsleistungen mit neuen Faserverbundwerkstoffen und unterstreicht unsere Kompetenz bei Leichtbaukomponenten. Für die Herstellung der Türmodulträger werden besonders leichte und äußerst stabile Faserverbundwerkstoffe – sogenannte Organobleche – umgeformt und Kunststoffelemente für zusätzliche Bauteilfunktionen in einem Prozessschritt angespritzt. Die Technologie dazu wurde von Brose entwickelt. Wir sind strategischer Partner bei der industriellen Umsetzung.

Ist die Auftragsfertigung ein Geschäftsmodell, das Sie weiter ausbauen werden?

Wir entscheiden von Fall zu Fall. Sollten sich interessante Möglichkeiten ergeben, werden wir uns zusammensetzen.

Durch die zunehmende Elektrifizierung des Antriebsstrangs kommt neues Gewicht ins Fahrzeug. Wird der Leichtbau dadurch an Bedeutung gewinnen?

Ich denke schon, dass der Leichtbau die Entwicklung der Elektroautos beflügeln kann. Schließlich müssen die OEMs unter anderem das zusätzliche Batteriegewicht kompensieren – da brauchen Sie innovative Leichtbaulösungen.

Planen Sie weitere Akquisitionen, um Ihre Leichtbaukompetenz zu stärken? Wenn ja, in welchen Feldern?

Pauschal lässt sich das nicht beantworten. Gerade erst haben wir die Maier Formenbau GmbH übernommen, einen Formen- und Werkzeugbauer. Wir halten die Augen offen und schauen uns am Markt um. In der Vergangenheit haben wir ein glückliches Händchen bewiesen – etwa durch die Übernahme von Hummel-Formen. <



Das BMW-Leichtbaukonzept „Carbon Core“ bedeutet einen Mischbauansatz von CFK, höchstfesten Stählen und Aluminium.

BILDER: BMW

DAS LEICHTBAU-WERK

Carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK) in der Struktur der Fahrgastzelle ist ein Kernelement der BMW-Efficient-Lightweight-Technik für die neue 7er-Reihe. Die Bauteile dafür kommen aus Wackersdorf – wo der Hersteller ein Werk für deren Herstellung betreibt.

- VON ANNE DORE MUNDE -

Dort, wo in den Achtzigerjahren eines der politisch umstrittensten Bauprojekte der Bundesrepublik war – die ursprünglich geplante zentrale Wiederaufbereitungsanlage für abgebrannte Brennstäbe aus Kernreaktoren in Deutschland – begann der bayerische Automobilhersteller nach dem Ende des Projektes im Jahr 1990 mit der Karosseriefertigung des BMW 3er-Cabrio. Schrittweise baute BMW seine Aktivitäten in Wackersdorf aus, weitere Firmen zogen nach. Für die Produktion der CFK-Elemente gründete der OEM im Jahr 2010 ein Joint Venture mit SGL Carbon. Die Firma SGL Automotive Carbon

Fibers (SGL ACF) ist mit einem Produktionsstandort im Innovationspark Wackersdorf ansässig und stellt die CFK-Gelege her, die BMW beim Stacken weiterverarbeitet.

Vor knapp zwei Jahren ging in Wackersdorf eine neue CFK-Stackanlage in Betrieb. Der Automobilhersteller BMW investierte insgesamt 20 Millionen Euro in eine 8.250 Quadratmeter große Fertigungshalle und eine neu entwickelte CFK-Stackanlage. Das Ziel: eine deutlich erhöhte Produktionskapazität für CFK-Teile. In der vollautomatischen Fertigungsstraße, die von der Firma Fill Maschinenbau aus Gurten in Oberösterreich entwickelt wurde, entstehen seitdem

aus den CFK-Gelegerollen in drei zentralen Prozessschritten – Legen, Schneiden, Fügen – sogenannte Stacks (Stapel).

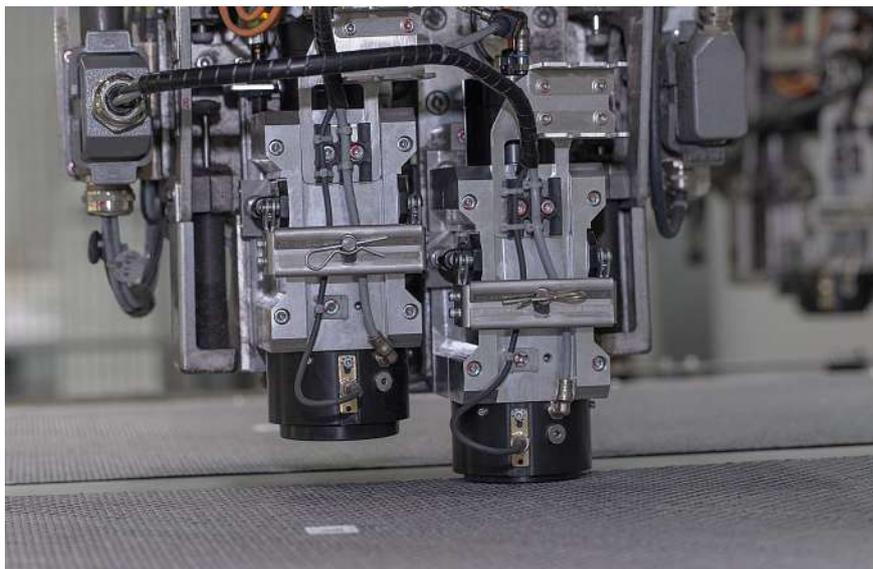
Dabei werden die Gelegerollen zunächst in Bahnen abgerollt und in mehreren Schichten übereinandergelegt. Je nach zu fertigendem Bauteil sind dabei bis zu 15 Lagen notwendig, um die erforderliche Festigkeit zu erreichen. Im Anschluss schneiden Maschinen diese CFK-Stacks zu Einzelteilen zu – sie bilden die Grundform für spätere Bauteile. Der Zuschnitt der Teile aus den Bahnen erfolgt sehr präzise, um möglichst wenige Carbon-Reste als Verschnitt zu erzeugen; das Zukunftsmaterial ist teuer. Ein abschlie-

ßendes Ultraschall-Schweißverfahren verbindet dann die Lagen miteinander, wobei ein in die Gelege eingebrachter Binder den Prozess verstärkt. Die fertigen Stacks verarbeitet BMW anschließend beispielsweise in Leipzig in weiteren Prozessschritten wie Pressen, Verharzen oder Zuschneiden zu CFK-Bauteilen, und setzt sie dann in der Fahrgastzelle der i-Modelle ein.

Mit Blick auf die Nachhaltigkeit über den gesamten Fahrzeug-Lebenszyklus stehen auch bei der Fertigung der CFK-Teile ressourcenschonende Verfahren im Mittelpunkt. Entsprechend deckt sich der Energiebedarf für die Produktion der Carbonfasern zu 100 Prozent aus regenerativen Quellen. Ein Wasserkraftwerk liefert den Strom für das Carbonfaserwerk in Moses Lake (USA). Von dort stammen die Kohlenstofffasern, aus denen in Wackersdorf die Gelege entstehen. Außerdem kommen innovative Recycling-Verfahren zum Einsatz, um einen Teil der CFK-Bauteile beispielsweise aus Schnittresten zu fertigen.

HOHE GEWICHTSEINSPARUNGEN

Bei der Konstruktion der Karosserie der neuen 7er-Reihe mit dem sogenannten „Carbon Core“ nutzte BMW das Know-how aus der Entwicklung der i-Modelle, deren Fahrgastzellen vollständig aus CFK (carbonfaserverstärktem Kunststoff) bestehen. Der Carbon Core für die Karosseriestruktur ist dabei das zentrale Element bei der Entwicklung der sechsten Generation der 7er-Reihe. Das intelligente Karosseriekonzept ermög-



Mittels Ultraschall-Schweißverfahren werden die CFK-Lagen miteinander verbunden, wobei ein in die Gelege eingebrachter Binder den Prozess verstärkt.

licht durch den Mischbauansatz von CFK, höchstfesten Stählen und Aluminium eine festere und steifere Fahrgastzelle bei gleichzeitig deutlich reduziertem Fahrzeuggewicht. CFK kommt dabei auch in einer Hybridbauweise mit höchstfesten Stählen für Strukturelemente zum Einsatz. Dadurch lässt sich nach Aussage von BMW etwa im Bereich der B-Säulen die Auslegung der Blechbauteile anpassen und Gewicht sparen. Das Leichtbaukonzept umfasst zudem einen gezielten Einsatz von Aluminium im Karosserie- und Fahrwerksbereich sowie eine umfassende Detailoptimierung. Die

gewichtsoptimierenden Maßnahmen reduzieren das Fahrzeuggewicht der Modelle der 7er-Reihe um bis zu 130 Kilogramm verglichen mit der Vorgängergeneration, heißt es aus München. Das hat positive Auswirkungen auf das Gesamtfahrzeug: Trotz vieler neuer Innovationen, höherem Komfort und erfüllter zusätzlicher Gesetzesanforderungen hat das Modell einen niedrigeren Schwerpunkt als der Vorgänger, eine Achslastverteilung von genau 50:50 und einen Verbrauch laut Hersteller von nur 4,5 l (730d Limousine). Der 7er entsteht wie alle seine Vorgänger im Werk in Dingolfing. Das Werk ist das Aluminium-Kompetenzzentrum im weltweiten Produktionsnetzwerk der BMW Group und nun auch die weltweit erste Automobilfertigung, in der CFK in Hybridbauweise im Karosseriebau eingesetzt wird.

PRÄMIERTES KAROSSERIEKONZEPT

Der erstmalige Einsatz von CFK als Leichtbauwerkstoff im konventionellen Karosseriebau im Kontext eines Großserienprojektes war unbestritten ein Meilenstein in der Karosserieentwicklung. Dies werteten auch die Experten so: Im Rahmen der 17. Globalen Karosseriebau-Benchmarking-Konferenz im hessischen Bad Nauheim wurde das Karosseriekonzept Ende vergangenen Jahres mit dem „EuroCarBody“-Award 2015 ausgezeichnet. Die Auszeichnung wird seit 2002 während der jährlichen Expertenkonferenz vergeben und gilt als weltweit bedeutendste Auszeichnung für Innovationen im Karosseriebau. <



Produktion der Carbonfasern bei SGL Automotive Carbon Fibers, dem Joint Venture der BMW Group und SGL Group in Moses Lake, Washington State, USA.

LEICHTBAU BEDACHT

Die zunehmend strengeren Grenzwerte für CO₂-Emissionen und die Reichweitendiskussion bei Hybrid- und Elektroautos sind der Kern des aktuellen Leichtbautrends. Der Zulieferer Webasto bringt sein Know-how auf diesem Gebiet in seine Leichtbaudachsysteme ein.



BILD: WEBASTO

Paper Honey Comb, eine der Leichtbautechnologien von Webasto, spart über 50 Prozent Gewicht im Dachbereich ein.

Webasto forscht bereits seit Anfang der 2000er Jahre an Leichtbaudachsystemen.

Seitdem brachte der Zulieferer mehrere Technologien in die Serienproduktion, deren Gewichtsersparnis im Dachbereich je nach eingesetzter Technik bis zu 50 Prozent betragen kann.

Bei Forschung und Entwicklung der Leichtbautechnologien arbeiten vor allem die Standorte in Stockdorf bei München und Schierling bei Regensburg zusammen. Im

Jahr 2003 begann das Unternehmen dort, sein eigenes Kunststoff-Kompetenzzentrum aufzubauen. Erst 2013 ging eine rund 4.500 Quadratmeter große Werkshalle in Betrieb – heute umfasst der Standort 45.000 Quadratmeter.

Drei Leichtbautechnologien setzt der Zulieferer bereits erfolgreich in Serienbauteilen ein:

1. Polyurethan(PU)-Composites sind faser verstärkte Verbundwerkstoffe, die in Sandwichbauweise zusammengesetzt wer-

den. Eine Konstruktion, die Webasto aktuell einsetzt, heißt „Paper Honey Comb“ (PHC). Hier besteht der Kern aus Papierwaben, ummantelt von einem Gemisch aus PU und Glasfasern. Diese Bauweise erlaubt sehr steife und leichte Bauteile – gegenüber Stahl spart die Konstruktion über 50 Prozent des Gewichts. Im Jeep Renegade Baujahr 2015 präsentierte Webasto erstmals ein solches Dachsystem in Serie.

Je nach Anforderung bietet der Zulieferer unterschiedliche Außenoberflächen an:

Möglich sind etwa die lackierte Aluminium-Außenhaut in Wagenfarbe oder integrierte Solarzellen.

2. Webasto Glas ProTec ist laut Hersteller sicherer und leichter, verglichen mit klassischen Glasdächern. Auf der Innenseite von Einscheibensicherheitsglas (ESG) befindet sich eine hochreißfeste Folie aus Polyethylenterephthalat. Bricht das Glas, hält die Folie die Bruchstücke zusammen und schützt damit die Insassen.

Die Folie ermöglicht außerdem eine geringere Glasdicke – aktuell auf bis zu 2,6 mm. So lassen sich rund 25 Prozent Gewicht einsparen. Um zu verhindern, dass Partikel zwischen Glasscheibe und Folie gelangen, findet die Produktion der Dächer unter Reinraumbedingungen statt.

3. Bei Polycarbonaten (PC) handelt es sich um amorphe, thermoplastische Kunststoffe. Sie sind glasklar, extrem schlagzäh, brechen und splintern nicht – und sind zudem sehr leicht. Außerdem ist der Kunststoff 3D-formbar und ermöglicht so vielfältige Bauteildesigns. Der hochkomplexe Produktionsprozess erfolgt in sechs Stufen ebenfalls unter Reinraumbedingungen.

Der sensibelste Prozessschritt ist die Lackierung: Das Lacksystem, bestehend aus Primer und Hard Coat, muss in allen Bereichen des Bauteils die exakt richtige Schichtdicke haben. Diese entspricht einem Viertel bis Achtel des Durchmessers eines menschlichen Haars. Webasto beschichtet die Bauteile mittels eines selbst entwickelten und patentierten Verfahrens per Fluten.

Die aufgetragene Schutzschicht macht die Dächer kratzfest und witterungsbeständig. Polycarbonat setzt Webasto für transparente Dachsysteme seit der Premiere im Smart Fortwo im Jahr 2007 ein.

NEUE EINSATZGEBIETE

Lange Zeit waren Polycarbonate nur für den Einsatz bei Dächern ein Thema. Aufgrund veränderter Rahmenbedingungen hat sich dies jedoch geändert – Webasto sieht vier Hauptfaktoren, die den breiteren Einsatz des Materials rechtfertigen:

- Der Kunde wünscht sich viel Licht im Innenraum und eine umfassende Rundumsicht. Deshalb ist der Glasanteil in Pkws in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen. Die Schattenseite: Glas ist relativ schwer. Polycarbonat kann das Gewicht um über 40 Prozent senken.
- Mittels moderner Materialien und optimierter Herstellprozesse entsprechen die



BILD: WEBASTO

Die Polycarbonat-Dächer werden per Roboter durch ein patentiertes Verfahren vollautomatisch beschichtet.

PC-Elemente höchsten Automotive-Qualitätsanforderungen – sie lassen sich entsprechend an weiteren als nur den bisherigen Einbauorten im Fahrzeug nutzen.

- Polycarbonat-Bauteile herzustellen ist sehr aufwendig. Bezogen auf das einzelne Bauteil wäre Polycarbonat daher wirtschaftlich kaum konkurrenzfähig zu Glas. Die Verschiebung aus Polycarbonat ermöglicht aber vielfältige Einsparpoten-

ziale, etwa wegen einer besseren CO₂-Bilanz oder durch zusätzliche integrierte Funktionen, wie Antennen, Bremslichter etc.. Zudem senken optimierte Prozesse und Materialien die Herstellungskosten.

- Bis dato limitierten Gesetze den Einsatz von Polycarbonaten in der Fahrzeugverschreibung – besonders in Europa und den USA. Seit Herbst 2015 erlaubt nun die europäische UN ECE R43 den Einsatz von Kunststoffen im Bereich der besonders stark reglementierten Windschutzscheiben. Gleichzeitig führte die Gesetzgebung neue und realistischere Testverfahren ein.

→ Über Webasto

Die Webasto-Gruppe mit Sitz in Stockdorf bei München ist seit Gründung des Unternehmens 1901 in Familienbesitz. Die Gruppe ist international an mehr als 50 Standorten in den Unternehmensbereichen Dach- und Thermosysteme tätig. Webasto ist einer der 100 größten Automobilzulieferer weltweit und erwirtschaftete im Jahr 2015 mit über 12.000 Mitarbeitern einen Umsatz von 2,9 Mrd. Euro.

Die Kernkompetenzen des Unternehmens umfassen die Entwicklung, Produktion und den Vertrieb kompletter Dach- und Cabriodachsysteme sowie Heiz-, Kühl- und Lüftungssysteme für Pkws, Nutzfahrzeuge, Reisemobile und Boote.

GLASSCHEIBEN ERSETZEN

Aufgrund dieser veränderten Bedingungen hat Webasto eine Produkt-Roadmap bis zum Jahr 2020 erstellt. Sie sieht den umfangreicheren Einsatz von Polycarbonatscheiben vor: zunächst bei den hinteren feststehenden Seitenscheiben, bei der Heckscheibe und bei beweglichen Seitenscheiben. Windschutzscheiben aus dem Material sollen ebenfalls auf den Markt kommen.

Die aktuellen Polycarbonat-Scheiben von Webasto haben die neuen Testverfahren bereits erfolgreich bestanden – für den Zulieferer ein weiteres Argument dafür, dass Scheiben aus dem Material sämtliche Glasflächen des Fahrzeugs bei gleichbleibender Optik, Qualität und Sicherheit in Leichtbauweise ersetzen können. „Webasto PC 360“ nennt das Unternehmen diesen Ansatz für eine nachhaltige Mobilität. <

STAHLLEICHTBAU IM NEUEN PASSAT

Um die vorgeschriebenen CO₂-Ziele zu erreichen, setzt Volkswagen auf konsequente Gewichtsreduzierung. Beim neuen Passat sparten die Wolfsburger durch Mischbauweise und neue Fügeverfahren bis zu 85 Kilogramm an Gewicht ein.

- VON JENS SCHEINER -

Will man die Verbrauchs- und CO₂-Emissionsziele erreichen, gilt es heutzutage mehr denn je, das Gesamtfahrzeuggewicht spürbar zu reduzieren. Viele Automobilhersteller stecken mitten in einem werkstofflichen Umbruch: Sie konzentrieren sich auf Aluminium oder Faserverbundwerkstoffe – Beispiel BMW mit seinen Modellen i3 und i8. Doch Volkswagen als Volumenhersteller setzt gezielt auf den Stahlleichtbau, um die Umweltziele zu erreichen, erklärte Jürgen-Werner Becke, Tech-

nologieentwicklung und Technologieplanung/Prozesstechnik Leichtbau bei der Volkswagen AG auf dem »Automobil Industrie«-Leichtbau-Gipfel 2016.

Durch die konsequente Anwendung von Leichtbaumaterialien in Verbindung mit neuen Fertigungs- und Fügeverfahren gelang es Volkswagen erstmals beim Golf VII, das Gewicht auf Basis des Modularen Querbaukastens (MQB) zu reduzieren. Das ist umso beeindruckender, da dem neuen MQB bessere Komforteigenschaften sowie eine höhere Fahrdynamik nachgesagt wer-

den; zudem ist der MQB für alle weltweit geltenden und zu erwartenden Sicherheitsanforderungen gerüstet.

In der Fertigung lassen sich mittels MQB die Prozesse und die Betriebsmittel standardisieren und vereinfachen. Die Baukastensystematik hat außerdem den Vorteil, dass der Fertigungsprozess von Füge- und Montagefolgen für einen bestimmten Zeitraum vereinheitlicht wird und die Baukästen für unterschiedliche Fahrzeugklassen nutzbar sind. Deshalb basiert auch der neue VW Passat auf dem MQB und teilt sich unter



Der neue Volkswagen Passat ist insgesamt 85 Kilogramm leichter als sein Vorgänger.

BILDER: VW

anderem im vorderen Unterbodenbereich modifizierte Teile des Golf VII.

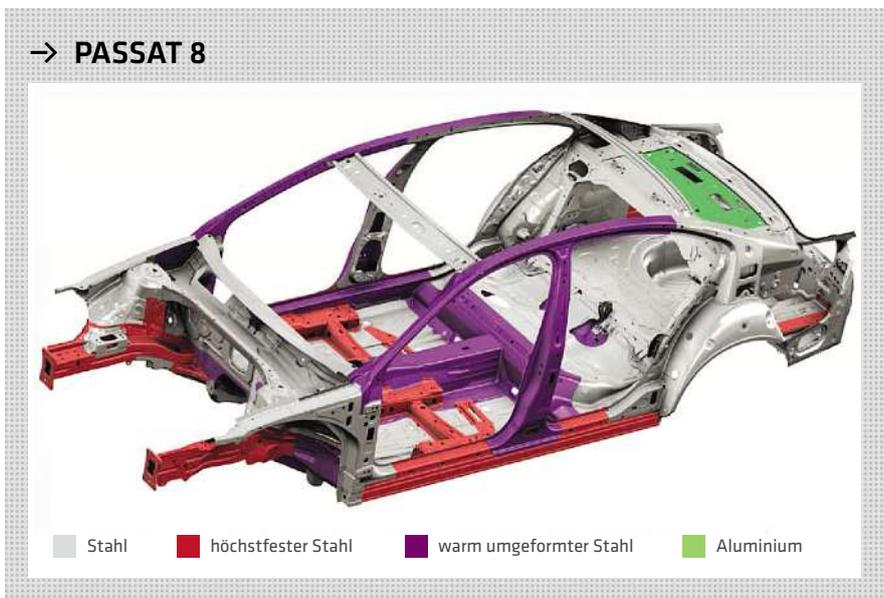
Europas größter Volumenhersteller spart beim neuen Volkswagen Passat mithilfe verschiedener Konzepte 85 Kilogramm ein. Beim Aggregat konnten die Ingenieure durch den Einsatz eines Aluminium-Zylinder-Gehäuses sowie optimierte Pleuel- und Kolbenstangen rund 40 Kilogramm einsparen. Neue Achsen, ein Aluminium-Hilfsrahmen und eine neue Motorlagerung senken beim Fahrwerk das Gewicht um neun Kilogramm. Durch eine andere Elektrikarchitektur und neue Fensterhebermotoren fällt die Elektronik um drei Kilogramm leichter aus. Der Aufbau des neuen Passat ist bis zu 33 Kilogramm leichter als der des Vorgängers. Davon entfallen 21 Kilogramm auf den Einsatz von Leichtbau in der Karosseriestruktur.

VOLKSWAGEN FÄHRT VERSCHIEDENE STRATEGIEN

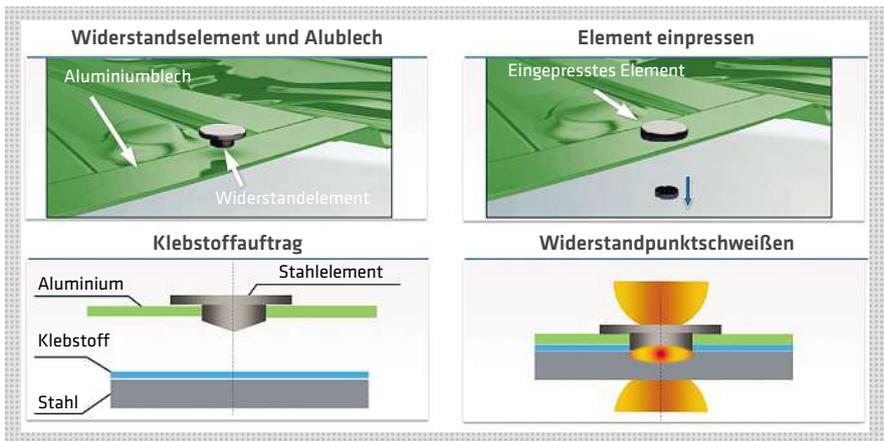
Wie Jürgen-Werner Becke in seinem Vortrag mitteilte, bedient sich Volkswagen dabei verschiedener Strategien: Bei der Karosserie setzt der OEM auf hoch- und höchstfeste Stahlgüten und reduzierte die Blechdicken. Der größte Anteil des Wagonaufbaus besteht weiterhin aus normalem Stahl mit 140 bis 420 MPa. Der Gebrauch an warmumgeformten Stählen (420 bis 1.000 MPa) wurde von 15 Prozent auf 27 Prozent erhöht. Zusätzlich verwendet man jetzt 17 Prozent an höchstfesten Stählen (420 bis 1.000 MPa) sowie lediglich ein Aluminiumteil, das als Hutablage dient. Dieses Teil kommt laut Becke nur zum Einsatz, um zu zeigen, „dass wir Aluminium mit Stahl in der Mischbauweise großserientechnisch beherrschen können“.

Durch Tailor Rolled Blank lassen sich unterschiedliche Werkstoffgüten oder Blechdicken so zusammensetzen, dass das Material genau dort in der entsprechenden Materialstärke eingesetzt wird, wo es benötigt wird.

Außerdem wurden verschiedene Geometrien der Profile und Flächen optimiert. Beispielsweise wurde der Längsträger des neuen Passat von einem „U-Längsträger“ auf einen „C-Längsträger“ geändert. Dieser baut zwar höher auf, aber ermöglicht es, die Flächen und das Gewicht zu optimieren. Gleiches gilt für flächige Bauteile: Durch genaue Berechnungen lassen sich Prägungen und Sicken bestmöglich anbringen, um so zusätzlich die Steifigkeit des Materials zu erhöhen.



Die Karosserie des Passat besteht aus verschiedenen Stahlgüten sowie Aluminium.



Für den Stahl-Aluminium-Mischbau im neuen Passat wird erstmals das Widerstandelementeschweißen umgesetzt.

Wegen der Integration von Aluminium in die Stahlkarosseriestruktur benötigt Volkswagen neue großserientaugliche Technologien. Bislang setzt der Automobilhersteller zu 85 Prozent auf thermische Fügetechnologien wie Punkt-, Laser- und MIG-Schweißen. Da der Stahlleichtbau zwar noch nicht ganz ausgereizt, der Trend aber hin zum Mischbau geht, ist es laut Becke daher „sehr wichtig, die Verfahren zu optimieren, da jede Änderung in eine mechanische Fügetechnologie bei VW zu erheblichen Investitionen führen wird“.

Daher beschäftigt man sich schon jetzt intensiv mit neuen Technologien. Für Becke sind „Fügetechnologien ein Schlüssel, um den Stahlleichtbau noch effizienter zu machen.“ Beim Stahl-Aluminium-Mischbau

im neuen Passat wird daher erstmals das Widerstandelementeschweißen umgesetzt: Es verfügt die Werkstoffe Stahl und Aluminium durch den Einsatz von Fügehilfselementen zusammen mit der bewährten Verbindungstechnik des Widerstandspunktschweißens.

Im Fall der VW-Hutablage werden kleine Stahlrieten in das Aluminiumblech eingepreßt und anschließend mit den Stahlbauteilen mit Hilfe konventioneller Widerstandspunktschweißzangen verschweißt und zusätzlich verklebt. Gegen Ende seines Vortrages resümierte Becke, dass beim Stahlleichtbau noch reichlich Luft nach oben bestehe und noch etwa zehn bis zwanzig Prozent an Gewicht eingespart werden könnten. <



BILD: JAGUAR LAND ROVER

LEICHTBAU ALS MESSLATTE

Der neue Jaguar F-Pace ist SUV und Sportwagen gleichermaßen. Jaguar Land Rover begegnet immer mehr Technik mit konsequentem Leichtbau. Der F-Pace ist im SUV-Segment Spitzenreiter beim Leichtbau – vor den deutschen Wettbewerbern.

- VON WOLFGANG SIEVERNICH -

Jaguar Land Rover (JLR) setzt die Leichtbau-Offensive seiner luxuriösen Jaguar-Modellreihen fort. In den letzten fünf Jahren investierte der britische Automobilhersteller 1,8 Milliarden Euro in eine neue Fahrzeugarchitektur, die auch künftigen Modellen als Basis dienen soll. Ob das sportliche Cabrio und Coupé F-Type, die Limousinen XE, XF und XJ oder zuletzt das neue SUV F-Pace: Alle sind zu einem wesentlichen Anteil aus Leichtbauwerkstoffen gefertigt.

Der Geländewagen F-Pace basiert auf derselben modularen Aluminiumplattform (D8) wie die Limousinen XE und XF und ist damit das dritte Fahrzeug mit dieser Architektur. Die Karosseriestruktur besteht aus Aluminium, hochfesten Stählen sowie Verbundwerkstoffen und ist leicht und verwindungssteif.

Keiner hat mehr: 80 Prozent Aluminium verwendet Jaguar beim F-Pace; sogar die deutschen Hersteller kommen nicht auf

einen solch hohen Leichtmetallwert bei ihren Karosserien. Der Rest besteht aus einem Materialmix: Die Heckklappe wird aus Verbundmaterial gefertigt, während der Hilfsrahmen und die Querträger des Armaturenbretts aus Magnesium sind.

Der konsequente Leichtbau lohnt: Die SUV-Wettbewerber Porsche Macan und Mercedes GLC liegen im Leergewicht über dem F-Pace. Jaguar gibt für das Basismodell mit 2,0 Dieselmotor und 132 kW/180 PS ein

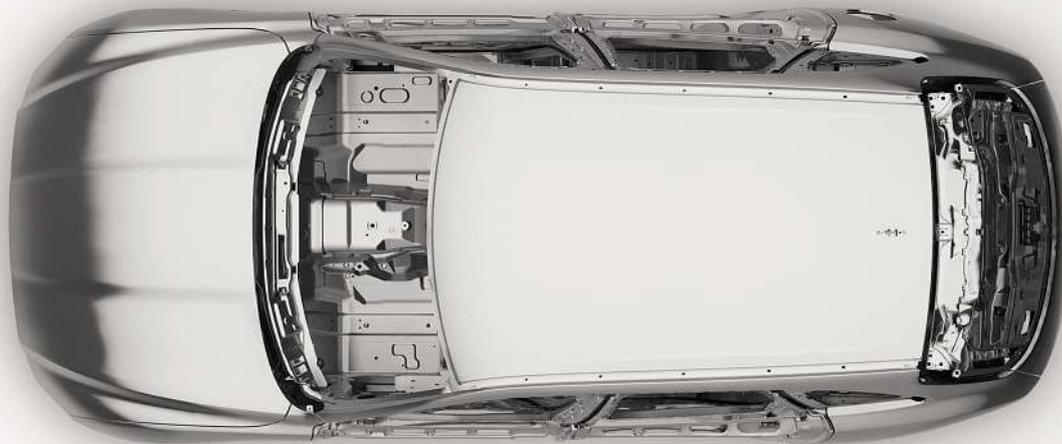


BILD: JAGUAR LAND ROVER

Der F-Pace basiert auf derselben modularen Aluminiumplattform (D8) wie die Limousinen XE und XF.

Leergewicht von 1.665 Kilogramm an – Macan und GLC bringen jeweils rund 150 Kilogramm mehr auf die Waage. Der Verbrauch liegt bei nur 4,9 Liter Diesel im EU-Zyklus. Ein Erfolg, den andere Hersteller nur mittels aufwendiger und schwerer Hybridtechnik erreichen.

EXKLUSIVE LEGIERUNG

Antony Riley, bei Jaguar Land Rover verantwortlicher Aluminium-Projektmanager, erläutert auf dem Leichtbaugipfel der »Automobil Industrie«: „Wir haben die Karosserie beim F-Pace nochmals versteift und Gewicht reduziert. So haben wir die B-Säule mittels 6xxx-Aluminium nicht nur sehr leicht, sondern auch sehr steif gestaltet, ohne Kompromisse bei der Crashesicherheit eingehen zu müssen.“

Im Vergleich zu den beiden Limousinen XE und XF gelang es JLR bei einem akzeptablen Kosten/Nutzenverhältnis, viele Bauteile nochmals leichter zu konstruieren. Der F-Pace besitzt von allen Jaguar-Modellen den höchsten Aluminiumanteil, wobei fast ein Drittel auf den Werkstoff RC5754 entfällt. Hinter diesem Kürzel verbirgt sich eine zum Großteil aus Recyclingmaterial und Verschnitt gewonnene Legierung. Sie soll die CO₂-Bilanz bei der Fertigung verbessern und wird nach Unternehmensangaben zurzeit exklusiv nur von JLR genutzt.

Der F-Pace ist 50 Prozent verwindungssteifer als der Porsche Macan und hat zudem eine um 35 Prozent höhere Quersteifigkeit. Das kommt vor allem der Fahrdyna-

mik zugute. Der Hersteller verbaute eine Vorderachse mit Aluminium-Doppelquerlenker und eine Aluminium-Integral-Hinterachse, was dem Fahrwerk zu einem agilen Eigenlenkverhalten verhelfen soll. Die Torsionssteifigkeit reicht an das Niveau des Jaguar XF heran. Das aufwendige Fahrwerk des F-Pace soll dem SUV auf allen Untergründen zu einer außergewöhnlichen Dynamik verhelfen.

Nur knapp 20 Prozent der Teile sind mit dem XE und XF identisch, rund 80 Prozent entwickelte Jaguar neu. So hat der OEM die vorderen Querträger stärker dimensioniert,



Antony Riley: „Die B-Säule konnte leicht und steif gestaltet werden, ohne Kompromisse bei der Crashesicherheit einzugehen.“

BILD: STEFAN BAUSEWEIN

um eine höhere Steifigkeit zu erzielen. Auch wurden die Hilfsrahmen und Anlenkpunkte am Unterboden so ausgelegt, dass sie die Steifigkeit des Karosserieverbundes weiter steigern. Die aus Aluminium-Druckguss gefertigten Stoßdämpferdome der Vorderadaufhängung wurden beim F-Pace nochmals modifiziert. Damit konnte die gewünschte Bodenfreiheit mit den längeren Federwegen des Allradmodells in Einklang gebracht werden.

Dass Leichtbau auch Verzicht bedeuten kann, zeigt Jaguar Land Rover beim Einsatz der Fügetechnik: So verwendet der Hersteller mehr Kleber statt Schweißpunkte. Satt 73 Meter Klebstoff verbinden die Karosserieelemente des Fahrzeugs nebst Rahmen, nur noch rund 560 Schweißpunkte sorgen an kritischen Stellen für den Zusammenhalt. Die Karosseriestruktur besitzt 2.616 Stanznieten. Weniger ist mehr: Die Karosserie wiegt nur noch 298 Kilogramm – ein Novum für einen Geländewagen, dessen Struktur höheren Belastungen als der eines reinen Straßenfahrzeugs ausgesetzt ist.

Wie sieht die Zukunft aus? Bis zum Jahr 2020 will das Unternehmen nochmals bis zu 300 Kilogramm Gewicht aus den Fahrzeugarchitekturen herausnehmen und weiterhin durch einen Materialmix aus Aluminium, Magnesium und hochfeste Stähle ersetzen. Angesichts des Trends zu immer mehr Entertainment, größeren Fahrzeugen und nicht zuletzt der Elektromobilität spielt der Leichtbau bei Jaguar Land Rover inzwischen eine Schlüsselrolle. ◀

„BAUTEILE INDIREKT UND DIREKT PRODUZIEREN“



BILD: FOTOSTUDIO EDER

→ Zu den Personen

Wolfgang Mitterdorfer (li.), 46, ist Vertriebsvorstand der Steel Division in Linz. Von 2004 bis 2013 baute er die Marktanteile in der europäischen Autoindustrie stark aus. Zuvor war er vier Jahre Geschäftsführer europäischer Voestalpine-Vertriebsniederlassungen.

Peter Bernscher (re.), 48, ist seit 2013 Mitglied des Vorstandes der Metal Forming Division und zuständig für Vertrieb, Marketing, Beschaffung und die Business Unit Automotive Components. Von 2008 bis 2012 sanierte er die niederländische Voestalpine Polynorm Gruppe. Seit Mitte der Neunzigerjahre war er in verschiedenen Geschäftsführungspositionen für die Stahlverarbeitung und Stahldistribution des Unternehmens in Österreich und Italien tätig.

Verzinkte pressgehärtete Stähle können im indirekten und direkten Verfahren verarbeitet werden. Sie sind Innovationstreiber der Branche. Die Voestalpine-Divisionsvorstände Wolfgang Mitterdorfer und Peter Bernscher geben einen Ausblick auf die Entwicklungen.

- DIE FRAGEN STELLTE WOLFGANG SIEVERNICH -

Der Stahl für Strukturteile im Automobil muss extrem robust, variabel verformbar, korrosionsbeständig und leicht sein. Wie schafft Voestalpine diesen Spagat?

Wolfgang Mitterdorfer: Die Antwort darauf geben wir in Form unserer eigenentwickelten Phs-Technologie. Phs steht für presshärtender Stahl. Mithilfe höherer Festigkeit muss weniger Material eingesetzt werden. Das spart Gewicht und sorgt gleichzeitig für eine hervorragende Crashperformance. Der kathodische Korrosionsschutz, den wir durch das verzinkte Material erhal-

ten, garantiert, dass die wichtigen Eigenschaften über sehr lange Zeit erhalten bleiben.

Peter Bernscher: Die Nachteile höchstfester Kaltumformstähle sind eingeschränkte Umformeigenschaften und die Notwendigkeit sehr hoher Umformkräfte. Je fester ein Stahl, desto schwerer lässt er sich in Form bringen. Bis zur Jahrtausendwende gelang es keinem Stahlhersteller, verzinkten, höchstfesten Stahl durch Presshärten zu verformen. Für einen optimalen Korrosionsschutz benötigt man aber einen verzinkten

Werkstoff. Durch unseren selbst entwickelten Stahl samt dem dazu nötigen Umformverfahren ist es uns gelungen, diese Probleme zu lösen. Wir rollen die Technik weltweit aus, um Kunden in Deutschland, China, Südafrika und den USA mit Bauteilen beliefern zu können. Im Automotive-Bereich verfolgen wir eine umfassende Globalisierungsstrategie und haben in den letzten Jahren deutlich über 100 Millionen Euro in neue Werke investiert.

Wo liegt der Vorteil der Phs-Technik?

Bernscher: Wir haben uns mit der Produktion von pressgehärteten Bauteilen aus dem feuerverzinktem Bandstahl Phs-Ultraform einen Namen gemacht. Das Produkt verbindet Leichtbau, Korrosionsschutz und mehr Sicherheit im Automobilbereich. Dafür erhielt Voestalpine im vergangenen Jahr den Staatspreis für Innovation, die höchste Anerkennung für innovative Unternehmen in Österreich.

„Die Entwicklung der verzinkten presshärtenden Stähle macht uns zum Innovationstreiber.“

Wolfgang Mitterdorfer

Mitterdorfer: Nach Jahren intensiver Entwicklungsarbeit positionieren wir uns mit Phs-Ultraform und Phs-Directform als Komplettanbieter in der Warmumformung im Automobilmarkt. Damit ist Voestalpine derzeit der einzige Hersteller weltweit, der pressgehärtete Bauteile aus verzinktem Stahl sowohl im indirekten als auch im direkten Verfahren produzieren kann.

Zentrale Treiber bei der Entwicklung von Karosseriewerkstoffen sind Leichtbau und Crashfestigkeit. Wie stehen Sie zu diesen Trends?

Bernscher: Höchstfeste Stähle werden im Auto der Zukunft stark vertreten sein. Vor allem Strukturbauteile wie A- und B-Säulen sowie Längs- und Querträger, also die gesamte Sicherheitszelle, wird nach wie vor aus Stahl gefertigt und eignet sich perfekt für den Einsatz von Phs-Produkten. Dazu bieten wir neben dickenoptimierten Bauteilen mittels geschweißter Platine auch sogenannte Tailored Properties Parts an. Diese weisen durch partielle Härtung zonenabhängig unterschiedliche Festigkeiten auf, die eine optimale Energieaufnahme im Falle eines Fahrzeugcrashes gewährleisten.

Auf der Kaltumformseite werden die neuen AHSS-High-Ductility-Stähle mit ihren Festigkeiten bis zu 1.200 MPa zusätzliche Bereiche der Karosserie erschließen.

Mitterdorfer: Leichtbau gilt in der Branche gerade im Zusammenhang mit alternativen Antrieben als Schlüsseltechnologie. Als Komplettanbieter im Bereich Warmumformung werden wir unsere patentierte und eigenentwickelte Phs-Technik weiter ausbauen. Das soll uns weltweit zum führenden Unternehmen auf diesem Gebiet machen.

Wie wird der Materialmix der Karosserie in fünf bis zehn Jahren aussehen?

Bernscher: Der Leichtbau spielt eine zentrale Rolle: Aluminium, Kunststoffe, Hybride werden mittelfristig bedeutsam; Magnesium, Titan oder Karbon benötigen länger, um kosteneffizient auf breiter Basis eingesetzt zu werden. Neben Stahl wird auch die Aluminiumkompetenz von Voestalpine immer wichtiger.

Mitterdorfer: Es geht um jedes Gramm: Mehr Gewicht heißt mehr Verbrauch und weniger Fahrdynamik. Vor zehn Jahren stellten wir uns die Frage, ob die Karosserie aus Aluminium, Composites oder Stahl bestehen wird. Der richtige Werkstoff an der richtigen Stelle – so lautet heute die Devise. Dieser Trend wird sich noch verstärken. Ich bin der Meinung, dass die Karosserie der Zukunft intelligenten Stahl benötigt. Als Voestalpine-Konzern liefern wir mit unseren Leichtbaustählen und der Phs-Technik einen wesentlichen Beitrag dazu. <



Die Phs-Technologie verbindet sehr guten Korrosionsschutz mit hoher Maßhaltigkeit.

BILDER: VOESTALPINE

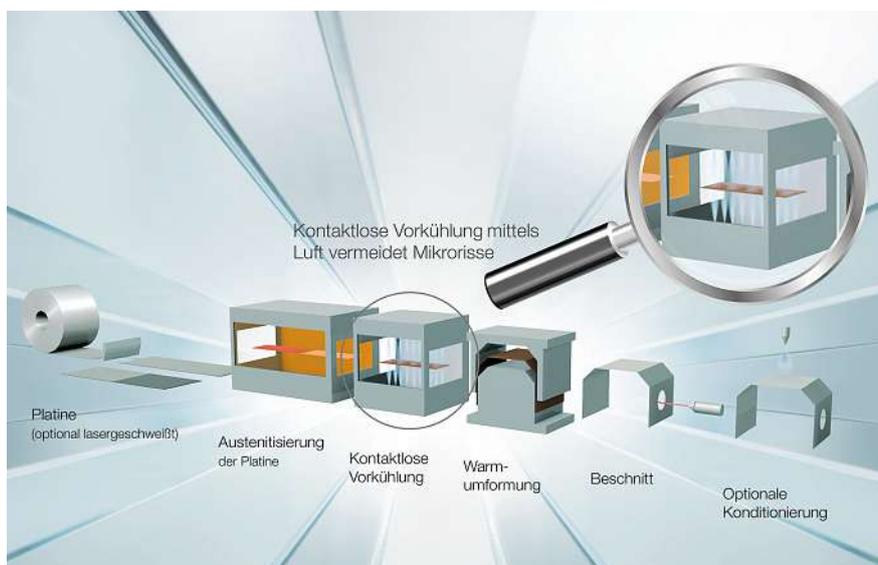


Die erste Phs-Directform-Anlage steht in Schwäbisch Gmünd.

HÖCHSTFEST FÜR DIE KAROSSERIE

Der Technologie- und Industriegüterkonzern Voestalpine ermöglicht mit dem Phs-Directform-Verfahren die direkte Warmumformung von verzinktem Material. Damit wird der flächendeckende Einsatz verzinkter Warmumformteile möglich.

- VON WOLFGANG SIEVERNICH -



Der Kern der neuen Phs-Technik ist die Vorkühleinheit.

Höchstfeste Bauteile mit kathodischem Korrosionsschutz und hoher Maßhaltigkeit sind nun auch im direkten Prozess darstellbar. Dabei werden die Platinen aus Phs-Directform von Voestalpine auf rund 900 Grad Celsius erwärmt und in der Vorkühleinheit auf unter 600 Grad abgekühlt. Anschließend werden sie warm in einem gekühlten Werkzeug auf Endgeometrie geformt und gehärtet. Das direkte Verfahren optimiert den Materialeinsatz und ist für geringere Stückzahlen und einfachere Bauteilgeometrien perfekt geeignet. Phs-Directform bietet in einer mehrstufigen Warmumformung das Potenzial, komplexe Bauteilgeometrien wirtschaftlich auch bei großen Stückzahlen zu gewährleisten.

Im indirekten Verfahren werden Platinen aus Phs-Ultraform klassisch kalt auf Endgeometrie geformt sowie beschnitten und danach auf rund 900 Grad Celsius erwärmt. Im warmen Zustand erfolgt lediglich die Härtung und Fixierung – das Formhärten. Das Presshärten im indirekten Prozess ist dadurch besonders für sehr große oder komplexe Bauteile geeignet.

Im Rahmen der Entwicklung von Phs-Directform wurden unterschiedliche Bauteilgeometrien mittels Prototypen- und Versuchswerkzeugen hergestellt. Dazu gehören A- und B-Säulen, Quer- und Längsträger sowie weitere Verstärkungsbauteile.

Die umformtechnisch komplexen Bauteile waren bei der Analyse frei von Mikrorissen. Diese Risse werden in der Fachliteratur

häufig bei der Produktion komplexer Bauteile genannt. Darüber hinaus überzeugte Phs-Directform bei sämtlichen Versuchen durch sehr gute Umformeigenschaften im Vergleich zu den derzeit erhältlichen Standardbeschichtungen. Insbesondere bei der Vermeidung lokaler Ausdünnungen und Rissbildungen überzeugte die neue Technik.

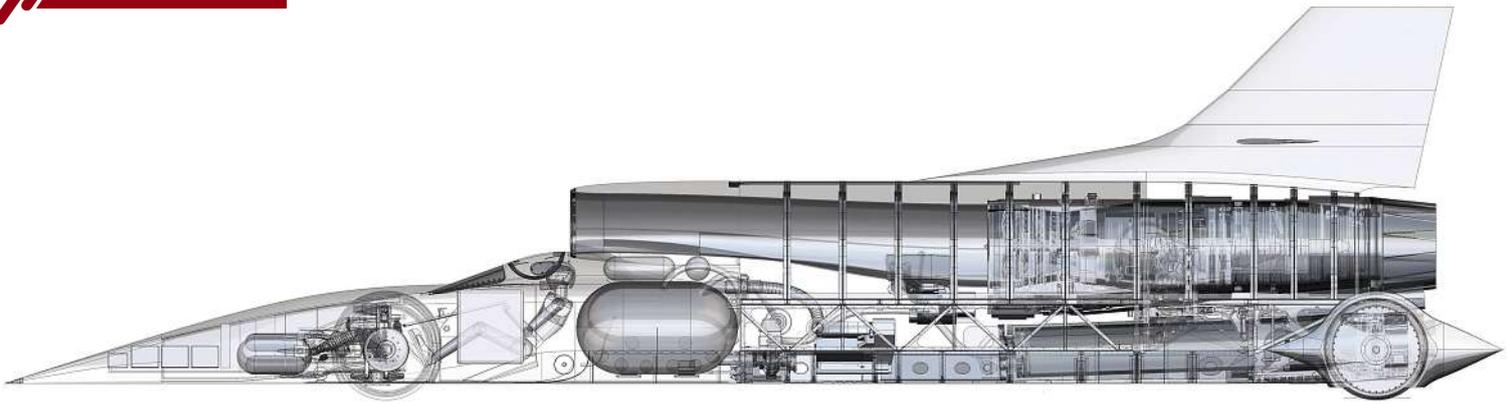
Zu den maßgeblichen Vorteilen der Zinkbeschichtung zählen die guten tribologischen Eigenschaften. Im Vergleich zu den WU-Standardbeschichtungen weist die Beschichtung von Voestalpine einen etwa halb so hohen Reibwert und eine deutlich geringere Schichthärte auf und ermöglicht damit einen geringeren Werkzeugverschleiß.

PRODUKTION AB SOMMER

Die neue Anlage ist seit Juli dieses Jahres betriebsbereit. Bereits im August 2015 wurde die industrielle Serienreife hergestellt und die erste „Cooling Station“ geordert. Die Markteinführung von Phs-Directform begann im November.

Seit Juli 2016 werden die direkt warmumgeformten Bauteile auf der ersten Anlage in Schwäbisch Gmünd produziert. Künftig soll die Produktion auf allen Kontinenten weltweit möglich werden.

Um das Ziel zu erreichen, will Voestalpine bis zum Jahr 2020 zwanzig neue Anlagen errichten. Damit empfiehlt sich der Technologiekonzern mit Bauteilen aus Phs-Ultraform und Phs-Directform als Innovations-treiber und Komplettanbieter bei warmumgeformten, gehärteten Bauteilen mit höchsten Festigkeiten und dem durch Zink gewährleisteten kathodischen Korrosionsschutz. <



Mit einer Geschwindigkeit von 1.600 Kilometern pro Stunde will das Bloodhound Supersonic Car (SSC) 2016 den Rekord für Landfahrzeuge in der Wüste Südafrikas brechen. Das Raketenauto wurde in Multimaterialbauweise erstellt und besteht aus Composite, Aluminium, Stahl und Titan. Den Antrieb teilen sich ein Raketen- und ein Düsentriebwerk, wie es auch im Eurofighter verwendet wird.



BILD: STEFAN MARJORAM

LEICHT, FORMBAR UND HOCHFEST

Aluminium hat durch seine geringe Dichte einen entscheidenden Vorteil – es ist leicht. Constellium entwickelte neue Legierungen, die das Leichtmetall extrem stabil machen sollen und eine Alternative zu hochfesten Stählen wären.

Für Zulieferer sind die wachsende Nachfrage und der steigende Einsatz von Aluminium in der Automobilindustrie sowohl eine große Chance als auch eine große Herausforderung. Aluminium wird in immer mehr Fahrzeugen eingesetzt, zunehmend auch im Massenmarkt der Klein- und Mittelklasse. Nicht nur die Anzahl der Fahrzeuge mit Aluminiumanteil steigt, sondern auch immer

mehr Teile im Fahrzeug werden aus Aluminium gefertigt.

Mit der zunehmenden Bedeutung von Leichtbau im Automobilbereich ändern sich die Ansprüche von Automobilherstellern. Der Druck, immer leichtere Lösungen zu entwickeln, geht einher mit Anforderungen an Sicherheit und Ästhetik. Für die Aluminiumbranche bedeutet das: Formbarkeit, Festigkeit und Energieabsorption von Alu-

miniumteilen müssen weiter erhöht werden – bei gleichzeitigen Gewichtseinsparungen.

ALTERNATIVE ZU STAHL

Während Aluminium den Werkstoff Stahl in vielen Bereichen des Automobilbaus bereits ersetzt hat und weiterhin an Bedeutung gewinnt, gab es bis vor Kurzem kaum echte Alternativen zu ultrahochfestem Stahl. Da das Leichtmetall jedoch um ein



BILD: CONSTELLIUM

Um eine homogene Zusammensetzung vor dem DC-Gießen zu gewährleisten, wird das geschmolzene Aluminium gerührt.

Ultralex wird zunehmend in B-Säulen eingesetzt.



Surfalex HF bietet als hochformbare Variante eine extreme Formbarkeit im Umformprozess und eignet sich beispielsweise für Seitenwände.

BILDER: CONSTELLIUM

Vielfaches weniger als Stahl wiegt, wird es stark nachgefragt. Um diese Lücke zu füllen, hat Constellium die Aluminiumlegierung Ultralex entwickelt. Sie vereint extrem hohe Festigkeit mit geringerem Gewicht. Ultralex kann in sehr geringer Produktdicke verwendet werden und ist gegenüber hochfestem Stahl um 15 Prozent leichter.

Neben dem Leichtbau legen die OEMs auch ein entscheidendes Augenmerk auf das Design ihrer Fahrzeuge. Surfalex bietet branchenführende Eigenschaften in Bezug auf Formbarkeit, Falzverhalten und Festigkeit bei gleichzeitiger Korrosionsresistenz. Dabei wird eine gleichmäßige und defektfreie Oberfläche sichergestellt.

Neben dem Grundprodukt bietet Constellium die Legierung Surfalex in zwei weiteren Varianten an. Die hochfeste Speziallegierung Surfalex HS ist nochmals um 15 Prozent fester als Surfalex, sodass Bleche im Material extrem dünn ausgewalzt werden können und Gewicht sparen.

Surfalex HF als hochformbare Variante kann im Umformprozess gut verarbeitet werden und ist um rund 15 Prozent formbarer als gewöhnliche Legierungen der Karosserie.

INVEST IN DIE ZUKUNFT

Damit die Produkte auch künftig Wunsch- und Wahlmaterial im Automobilbereich bleiben, investiert Constellium kontinuierlich. Das Technology Center C-Tec ist nicht nur der zentrale Innovationsmotor innerhalb des Unternehmens, sondern auch eines der weltweit größten Forschungs- und Entwicklungszentren für Aluminium und Aluminiumlegierungen. In den vergangenen 50 Jahren wurden die wissenschaftlichen und technischen Kapazitäten stetig ausgebaut und gestärkt.

Forscher analysieren die Machbarkeit von Automobilteilen mithilfe numerischer Simulation im C-TEC.

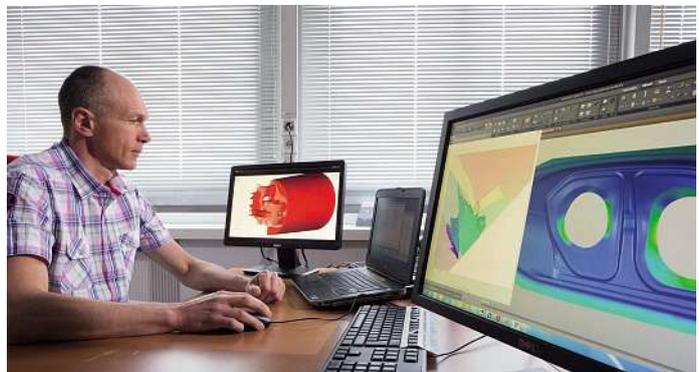


BILD: GERARD UFERAS

Da Neuentwicklungen oft in Laboren beginnen und praxisfern sind, geht die Forschung im C-Tec einen Schritt weiter: Eine Ausstattung in Industriegröße ermöglicht realistische Tests, die späteren Anwendungsbereichen entsprechen. So können Innovationen vollständig getestet werden. Das Unternehmen entwickelte bereits hochfeste Legierungen für Strukturbauteile und Crashmanagement-Systeme. Zusätzlich bietet Constellium Konzepte für den Umstieg von Stahl auf Aluminium.

Das Zentrum arbeitet mit einem internationalen Netzwerk an Universitäten, Forschungseinrichtungen und Laboren. Unter den rund 50 wissenschaftlichen Partnern sind beispielsweise das MIT in den USA, die RWTH Aachen in Deutschland und die Brunel University London in Großbritannien.

Erst vor Kurzem konnte das Unternehmen die Forschung und Entwicklung noch einmal erheblich stärken: Im April 2016 hat es gemeinsam mit der Brunel University London das University Technology Center (UTC) eröffnet, das sich direkt auf dem Campus befindet. In diesem Zentrum werden sowohl Aluminiumlegierungen als auch Strukturbauteile gestaltet, entwickelt und getestet.

Das UTC hat die Aufgabe, die Entwicklungsdauer für künftige Legierungen um mindestens 50 Prozent zu senken. Diese Techniken verwendet Constellium in seinen weltweiten Fertigungsanlagen und schließt damit die Lücke zwischen Grundlagenforschung, Entwicklung und der Serienproduktion.

Ein weiterer Faktor, der für die Entwicklung von immer neuen Innovationen substantiell ist, sind die Mitarbeiter. Neben einem Team von 15 Forschern, Ingenieuren und Technikern liegt das Augenmerk auch auf dem wissenschaftlichen Nachwuchs. In Partnerschaft mit der Brunel University hat Constellium aus diesem Grund ein Stipendienprogramm für Doktoranden und Postdoktoranden ins Leben gerufen.

In Kooperation mit der Universität forscht das Unternehmen an einer Reihe neuer hochfester Aluminiumlegierungen für Strukturbauteile, um Automobilherstellern weitere Möglichkeiten zur Einsparung von Gewicht bei der Fahrzeugkonstruktion zu bieten. <

Martin Jarrett, Global Technical Director, Constellium Automotive Structures; Andreas Afseth, Global Technical Expert, Constellium Automotive



BILD: HYUNDAI

Die Prototypen des Stoßstangen-Querträgers aus faserverstärktem Kunststoff erfüllen alle Anforderungen für eine Serienfertigung.

ALLES GLEICH, NUR LEICHTER

Hyundai hat einen Stoßfänger-Querträger aus faserverstärktem Kunststoff entwickelt. Gefertigt wird er durch reaktive thermoplastische Pultrusion mit anschließender Radiusanformung. Einzig die Kosten scheinen noch einer Serieneinführung entgegenzustehen.

- VON HARTMUT HAMMER -

Gemeinsam mit dem Frontend-Spezialisten Plastic Omnium sowie den Materiallieferanten CQFD Composites und Arkema hat das „Hyundai Motor Europe Technical Center“ in Rüsselsheim einen Stoßfänger-Querträger aus faserverstärktem Kunststoff entwi-

ckelt. Das Bauteil ist bei gleichen Funktionseigenschaften deutlich leichter als der Serien-Querträger aus Stahl (8,7 Kilogramm) des Hyundai i30. „Ein Modul mit Glasfaserverstärkung wiegt 5,3 Kilogramm – bei Kohlenstoff-Faserverstärkung sogar nur 5,0 Kilogramm“, erläutert Dr. Jerome Coulton,

zuständig für Composite CAE im Engineering Design Department des Hyundai Technical Centers.

Bei den Funktionseigenschaften legten die Ingenieure besonderen Wert auf eine mindestens so hohe Festigkeit wie bisher und eine gute Crashperformance – etwa bei

Überfahrerschutz, Fußgängerschutz und Deformation. Auch Funktionen wie die Abschleppesigenschaften, die Integration der Hupe sowie ein nicht höherer Bauraumbedarf standen auf der Agenda. Aus Sicht von Jerome Coulton „ist das Querträgerkonzept inklusive Fertigung serienreif und könnte bei Kundeninteresse in zwei bis drei Jahren vom Band laufen“. Einziger Hinderungsgrund: die Mehrkosten pro Kilogramm Gewichtsreduzierung. Sie entsprechen noch nicht ganz den internen Vorstellungen von Hyundai, sollen sich aber schon auf einem wettbewerbsfähigen Niveau befinden.

WELCHER PROZESS?

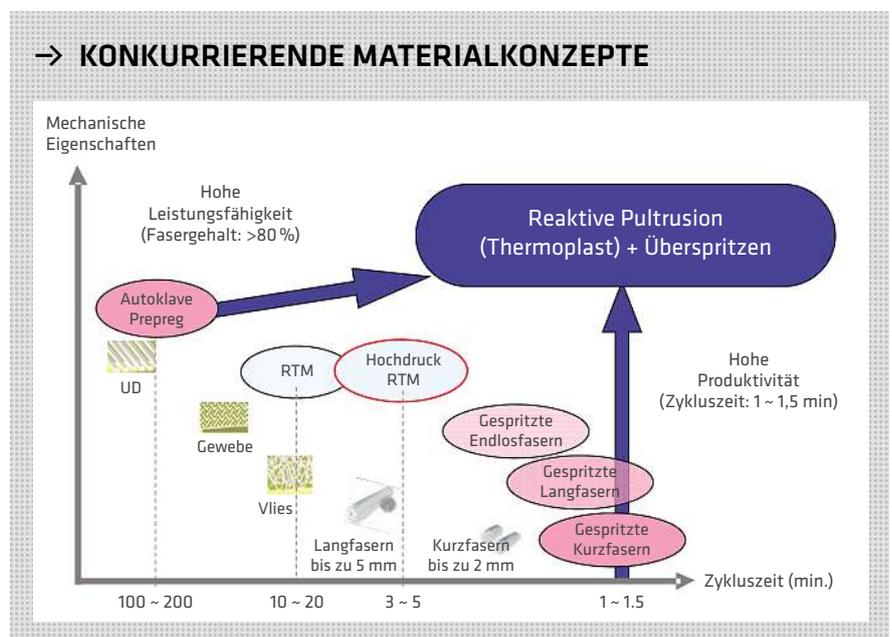
Ein Schlüsselfaktor war die Wahl des geeigneten Produktionsprozesses. Während die meisten Automobilhersteller auf das RTM (Resin Transfer Molding)-Verfahren und Duromere setzen, haben sich Hyundai und Plastic Omnium für die reaktive Pultrusion (Strangziehverfahren) und Thermoplast als Werkstoff entschieden. Begründet wird dies mit kürzeren Zykluszeiten bei der Herstellung, einer höheren Leistungsfähigkeit und besser recycelbaren Materialien.

Bei der reaktiven Pultrusion werden zunächst Endlosfasern zu einem Pultrusionsteil gewickelt, anschließend mit einem Thermoplast zum Querträger umspritzt und sofort danach in die richtige Form gebogen. Für die gesamte Prozesskette gibt Hyundai eine Zykluszeit von 60 bis 90 Sekunden an. Dagegen beansprucht das herkömmliche RTM-Verfahren drei bis zehn Minuten pro Querträger. Verfahren mit Prepregs dauern mit 100 bis 200 Minuten sogar noch länger.

Darüber hinaus sorgt die reaktive Polymerisation der Monomere direkt beim Spritzvorgang – sobald die Prozessparameter Temperatur und Druck optimal eingestellt sind – für eine hervorragende Verbindung mit dem pultrudierten Querträger. „Sie ermöglicht eine optimale Imprägnierung der Fasern und einen hohen Fasergehalt im Bauteil“, ergänzt Coulton.

Diese sogenannte In-Situ-Polymerisation ist ebenso eine Innovation wie der Mix unterschiedlicher Fasertypen ohne thermischen Verzug. Zudem lassen sich durch eine geschickte Mischung von Fasertypen mit einem unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten – konkret: Glas- und Kohlefasern – in spezifischen Bauteilbereichen optimale Eigenschaften einstellen.

Eine weitere Besonderheit ist nach Angaben von Coulton, dass sich unmittelbar an



GRAFIK: HYUNDAI

Die reaktive Pultrusion weist im Vergleich zu anderen Materialkonzepten kurze Zykluszeiten bei gleichzeitig sehr guten Materialeigenschaften auf.

den Spritzprozess eine Umformungsanlage anschließt. Dadurch sind für die Herstellung des Querträgers im Prinzip nur zwei Prozessschritte erforderlich: Pultrusion und anschließende Radiusanformung.

Eine vorkonsolidierte Zwischenstufe entfällt, es entsteht nur minimaler Faserverschnitt, und auch ein Lackieren des Bauteils ist nicht mehr notwendig. Abschließend werden in den Querträger noch einige Funktionsbauteile mit Schnappmuttern eingebaut.

Ein etwas höherer Aufwand ergab sich bei der Simulation und Validierung des neuen

Produktionsprozesses. So waren vorab drei neue Materialmodelle für die Kohlefasern, die Glasfasern und die Gewebeeigenschaften erforderlich. Dazu wurden in einem ersten Schritt standardisierte Materialversuche durchgeführt.

In der zweiten Stufe folgten Crash-, Biege- und Drehversuche mit dreidimensionalen Referenzkomponenten. Aber erst nach den Crashversuchen der vollständigen Prototyp-Querträger ließen sich endgültige CAE-Materialmodelle definieren. In diesem Zusammenhang wurden zwei Faserverstärkungen validiert: eine ausschließlich mit Glasfasern, die andere mit einer Kombination aus Kohle- und Glasfasern.

SIMULIERT UND OPTIMIERT

Inzwischen hat Hyundai die Material- und Prozessfragen weitgehend optimiert sowie Komponenten- und Gesamtfahrzeugversuche durchgeführt. Sowohl bei den Tests nach den Euro-NCAP-Richtlinien (Frontalaufprall und Fußgängerschutz) als auch bei den Prüfungen (Reparaturfreundlichkeit der Struktur und Stoßstange) gemäß RCAR (Research Council for Automotive Repairs) hat der Querträger aus faserverstärktem Kunststoff nach eigenen Angaben mindestens genauso gut oder noch besser abgeschnitten als der Serien-Querträger aus Stahl.

Damit stünde einem Serienstart eigentlich nichts mehr im Wege – wären da nicht die internen Kostenplaner. <



BILD: STEFAN BAUSEWEIN

Dr. Jerome Coulton: „Das neue Querträgerkonzept ist 50 Prozent steifer als glasfaserverstärkte Duromer-Profile.“

GENIAL EINFACH

Ein modernes Auto kann gar nicht leicht genug sein. Doch bei aller Leichtigkeit müssen Steifigkeit, Festigkeit und Genauigkeit gewährleistet sein. Die Prozesstechnik „xFK in 3D“ kann beides: Sie reduziert das Gewicht und erhöht die Steifigkeit.

- VON CLAUS-PETER KÖTH -



Auch nicht-rotationssymmetrische Bauteile wie Halter, Konsolen und Trägerelemente lassen sich aufgrund der Hohlräume zwischen den Fasersträngen leicht herstellen.

Neben alternativen Antriebskonzepten gewinnt auch der integrative Leichtbau als Schlüsseltechnologie weiter an Bedeutung – dient er doch konventionell angetriebenen Fahrzeugen und solchen mit Hybrid- oder Elektroantrieb gleichermaßen.

Im Spannungsfeld aus Konzept-, Werkstoff-, Fertigungs- und Funktionsleichtbau kommen bereits heute diverse Materialien zum Einsatz, die das Fahrzeuggewicht sukzessive senken. Im Rahmen der Entwicklung solcher Hybrid- und Mischbaukonzepte wer-

den nun auch in Klein- und Mittelserien verstärkt unterschiedliche Faserverbundtechniken eingesetzt.

Dabei greift die Branche auf das jahrzehntelange Erfahrungswissen aus Luft- und Raumfahrt, dem Motorsport sowie vielen weiteren angrenzenden Branchen wie dem Sportartikelgeschäft zurück. Kernziel ist stets eine wirtschaftlich sinnvolle Systemintegration in unterschiedlichen Fahrzeugmodulen, die funktionale Verbindungstechniken zwingend erforderlich macht. Hierin liegt bis heute eine wesentliche Herausfor-

derung im industriellen Einsatz von Faserverbundwerkstoffen.

DEUTLICH WENIGER CARBONFASERN

Der Industrialisierungsgrad von Faserverbundtechniken wie Faserpressen, Tapelegen, Resin Transfer Molding (RTM) und Pultrusion nimmt stetig zu, sodass inzwischen auch Strukturbauteile als faserverstärkte Kunststoffkomponenten vorgesehen werden können. „Wenn die Glas-, Kohle-, Basaltfasern etc. von Verbundwerkstoffen nach den gewünschten Bauteilfunktionen ausgerichtet und dreidimensional gewickelt werden, also xFK in 3D, entstehen räumliche Strukturbauteile hoher Intelligenz und in ultraleichter Form“, sagt Rainer Kurek, Chef der Technologieberatung AMC in Penzberg. Und: In jedem Bauteil seien mit xFK in 3D deutlich weniger Carbonfasern und Harz erforderlich. Peter Fassbaender, AMC-Technologieberater und Erfinder der neuen Prozesstechnik, beziffert die Materialersparnis auf bis zu 40 Prozent im Vergleich zu Carbonteilen, die mittels klassischer Faserverbundverfahren hergestellt werden.

Kurek hat es sich mit seinem Team zur Aufgabe gemacht, die Prozesstechnik xFK in 3D vom Prototypenmaßstab in die Serie zu bringen. „Die Fasern können stärkenkonform eingesetzt werden, da Faserrichtung, Faserstärke und Harzmatrix bauteilspezifisch einstellbar sind“, erklärt er. Voraussetzung hierfür seien innovative Auslegungsmethoden, die der Berechnungs- und Simulationsspezialist Lasso für die AMC entwickelt habe.

Dr. Ulrich Hindenlang, Gründer, Gesellschafter und Geschäftsführer der Lasso Ingenieurgesellschaft mbH in Leinfelden-Echterdingen, hat für die neue Prozesstechnik eine innovative Finite-Elemente-Analyse konzipiert, mit deren Hilfe die Berech-

BILD:AMC

nung und Simulation von xFK in 3D-Komponenten auf Einzelstrang-Ebene ermöglicht wird. Der gesamte (virtuelle) Produktentstehungsprozess wird auf Basis dieser hochpräzisen Analysen definiert. „Ohne die permanente hochqualifizierte Unterstützung unseres Partners Lasso wäre die Industrialisierung von xFK in 3D nicht denkbar“, kommentiert Kurek.

UMKEHR DER ENTWICKLUNG

In der Automobilindustrie – und nicht nur dort – wird derzeit viel von virtuellen Entwicklungsprozessketten gesprochen. Sie sollen die Effizienz im gesamten Produktentstehungsprozess erhöhen. Die Digitalisierung der Produktentstehung steht dabei im Fokus. Wichtiger und richtiger ist laut Kurek jedoch die gezielte Vernetzung der industriellen Strukturen im Allgemeinen und eine wirksame Vernetzung von effizienten und effektiven Softwareanwendungen im Besonderen: Von der Idee und dem Konzept über die (simulative) Entwicklung und Erprobung bis zur Teilefertigung.

„Genau an dieser Stelle setzt Leichtbau für Strukturbauteile mit xFK in 3D an, da der Produktentstehungsprozess mit diesem innovativen Verfahren beschleunigt wird“, ergänzt Hindenlang: „Bei diesem Verfahren gibt die Berechnung und Simulation den gesamten Entwicklungsprozess vor, und die simulative Auslegungsmethodik definiert den Produktentstehungsprozess – xFK in 3D ermöglicht folglich einen virtuellen Konzeptionsprozess, sofern die Lastkollektive der Bauteile und Komponenten bekannt sind.“



BILD: STEFAN BAUSEWEIN

AMC-Chef Rainer Kurek: „Die mit xFK in 3D möglichen Strukturen wecken bei unseren Gesprächspartnern hohe Begehrlichkeiten.“

Und: „Die virtuelle Entwicklungsarbeit zu Beginn des Produktentstehungsprozesses führt zu einer beherrschbaren Technologisierung des Verfahrens.“

NACH DEM VORBILD DER NATUR

Bei der Entwicklung von xFK in 3D wurden viele Anleihen nach dem Vorbild der Natur gewählt. Die AMC spricht von einem wachsenden, additiven Fertigungsverfahren, das als Paradigma für künftige industrielle Prozesse steht – topologieoptimierte Bauteile kennzeichnen sämtliche Anwendungen.

Die freie geometrische Auslegung der Faserstränge und die gezielte Faserablage – nur dort, wo erforderlich – bieten eine enorme Flexibilität und hohe konstruktive Freiheitsgrade für unterschiedlichste Strukturbauteile. „Durch die präzise Faserablage

gemäß real auftretender Lastpfade und -kollektive entstehen materialoptimierte Faserverbundbauteile mit minimalem Verschnitt“, erläutert Kurek. Durch das gute Verhältnis von Dichte und Elastizitätsmodul sei zudem das Gewichteinsparpotenzial hoch.

Mit bionischen Faserverbundkonzepten ergeben sich laut AMC im integrativen automobilen Leichtbau völlig neue Möglichkeiten, Bauteile lastfallgerecht zu entwickeln und zu produzieren – und das „in genial einfacher Art und Weise“. Dieser Mehrwert entstehe für unzählige Strukturbauteile für Karosserie, Fahrwerk und Antriebsstrang genauso wie für Interieur-Komponenten. Auch nicht-rotationssymmetrische Bauteile wie Halter, Konsolen und Trägerelemente lassen sich aufgrund der Hohlräume zwischen den Fasersträngen in ultraleichter Art und Weise herstellen.

Apropos Herstellung: In der Produktion bewährt sich xFK in 3D durch einfache Serienwerkzeuge – vor allem auch für kleine und mittlere Stückzahlen –, geringen Werkzeugänderungsaufwand, hohe Flexibilität in der Automatisierung sowie präzise formulierbare Qualitätssicherungsmaßnahmen (Reproduzierbarkeit).

„All unsere Gesprächspartner, die die neue Prozesstechnik verstehen, erkennen in der Regel sofort, welches Potenzial hinter unserem Verfahren steckt. Das Interesse ist sehr ausgeprägt. Die mit xFK in 3D möglichen Strukturen wecken hohe Begehrlichkeiten“, bekräftigt Kurek.

STATUS QUO UND AUSBLICK

Zusammengefasst zeichnet sich xFK in 3D laut AMC durch folgende technische Merkmale aus:

- Ultraleicht – Hohlräume zwischen den Fasersträngen
- Hohe geometrische Flexibilität – z. B. minimale Radien
- Einfache Topographie – Faserauslegung gemäß Belastungsrichtung
- Kraft- und spannungsoptimiert – Faserstärke gemäß tatsächlichen Lastkollektiven
- Extrem hohe Festigkeit und Steifigkeit – stärkenkonformer Einsatz von xFK in 3D
- Mehrachsig belastbar – Zug, Druck, Biegung, Torsion
- Materialoptimiert – kein Verschnitt/Abfall
- Ansprechendes Design in Titan-/CFK-Hybridtechnik

BILD: STEFAN BAUSEWEIN



Peter Fassbaender, AMC-Technologieberater, beziffert die Materialersparnis von „xFK in 3D“-Teilen auf bis zu 40 Prozent im Vergleich zu klassisch gefertigten Carbonteilen.

→ **TECHNISCHE MACHBARKEITSSTUDIE FÜR STRUKTURBAUTEILE**



QUELLE: AMC GMBH

Das Verfahren „xFK in 3D“ ist berechnungs- und simulationsgetrieben und steht somit für eine Umkehr der Entwicklung.

„Bei diesem Verfahren handelt es sich um eine sehr einfache, kostengünstige, hochflexible, nachhaltige und nahezu beliebig räumlich gestaltbare Faserverarbeitungstechnologie. Die freie geometrische Auslegung ist bei den meisten Anwendungsfällen im Maschinenbau, der Automobiltechnik oder in anderen Einsatzgebieten voll gegeben. Die Fasern liegen reproduzierbar ideal in Spannungsrichtung. Es werden nur die Fasern benötigt, welche im Bauteil Kräfte zu übertragen haben – so entstehen Bau-

teile extremen Leichtbaus, weil Hohlräume zwischen den Fasersträngen offen bleiben“, kommentiert Werkstoffexperte Prof. Dr. Eyerer, Institutsleiter des Fraunhofer ICT sowie des Instituts für Kraftstoffkunde und Kraftstoffprüfung (IPK Stuttgart), den Mehrwert von xFK in 3D. „In Hybridlösungen wird die Verbindungstechnik durch optimalen fasergerechten Formschluss reproduzierbar erzielt. Ein Fügevorgang von einzelnen Bauteilmodulen durch Kleben findet nicht statt.“

Technologisch betrachtet verbinden sich die getränkten Faserstränge miteinander und härten zu kompletten Bauteilen aus. Änderungsschleifen und Varianten sind demnach durch nicht vorhandene geschlossene Formen zeitnah und günstig realisierbar. Teure Werkzeugformen entfallen für viele Anwendungen. „Dieses Verfahren wird meiner Meinung nach völlig neue Potenziale im Leichtbau erschließen“, prognostiziert Eyerer.

Ob GFK, CFK, BFK, Spinnenseide und andere Naturfasern – die Wirksamkeit der innovativen Prozesstechnologie ist laut AMC stets gegeben.

„Damit leistet xFK in 3D einen ebenso konkreten wie wirksamen Beitrag zur Ressourcenschonung sowie zum Umwelt- und Klimaschutz und dient damit der Nachhaltigkeit – und zwar über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg“, betont Kurek: „Und genau dafür lohnt sich der ganze Aufwand.“



BILD: STEFAN BAUSEWEIN

Dr. Ulrich Hindenlang, Lasso GmbH: „Die virtuelle Entwicklungsarbeit zu Beginn des Produktentstehungsprozesses führt zu einer beherrschbaren Technologisierung des Verfahrens.“

→ **Seminartipp!**

„xFK in 3D“-Live-Workshop – in 7 Schritten von der Idee zum fertigen Bauteil.

Infos und Anmeldung unter: www.b2bseminare.de/1018

AUF DEM WEG ZUM LEICHTBAU-SPEZIALISTEN

Als Kunststoffspezialist der ersten Stunde ist die Autotest AG im Segment der Supersportwagen groß geworden. Nun ist es erklärtes Ziel, sich im integrierten Leichtbau weiterzuentwickeln.

- VON CLAUS-PETER KÖTH -



BILD: AI

Für die Audi-Modelle RS6 und RS7 fertigt Autotest die kompletten Stoßfängermodule vorne und hinten.

Leichtbau ist eine Symbiose unterschiedlicher Kompetenzen und Methoden. Im Gegensatz zur reinen Werkstoffsubstitution wird künftig das Spannungsfeld aus Werkstoff-, Konzept-, Fertigungs- und Funktionsleichtbau zunehmend an Bedeutung gewinnen. In diesem magischen Viereck sind die Entwicklungspartner zentral verankert; sie sollen die Aspekte zu einem ganzheitlichen Ansatz verknüpfen. Schließlich ist für die erfolgreiche Realisierung konsequenter Leichtbaukonzepte ein systemisches Denken und Handeln über viele Fahrzeugmodule hinweg unabdingbar.

Dieser Erwartung haben sich vor allem jene Partner aus der Zuliefererpyramide zu stellen, die ihre Produkte unmittelbar als „Tier-1“ an die Automobilhersteller liefern.

Dazu gehört auch die Autotest AG, die ihr umfassendes, mehr als 30-jähriges Erfahrungswissen nun bündeln will, um sich im integrierten Leichtbau gezielt weiterzuentwickeln.

Verwaltungsratspräsident und Firmengründer Josef Unterholzner betont, dass dies für sein Kerngeschäft in der Stoßfängerentwicklung und -produktion genauso gelte wie für unterschiedlichste Interieur- und Exterieurkomponenten: „Der Leichtbau eröffnet der gesamten Branche neue Geschäfts- und Erfolgspotenziale – die Innovationskompetenz der strategischen OEM-Partner wird dabei vorausgesetzt. Dieser Herausforderung stellt sich derzeit auch die Autotest AG. Wir werden unsere Erkenntnisse im Werkstoff-, Fertigungs- und Funktionsleichtbau nun verstärkt zusammenfüh-

ren, um noch leichtere Kunststoff-, Metall- und Hybridprodukte anbieten zu können.“

NUR INDIREKTER KUNDENNUTZEN

Leichtbau erzielt lediglich einen indirekten Kundennutzen, das heißt er wird nur in Form seiner Auswirkungen wie niedrigerer Verbrauch, geringere Schadstoffemissionen und bessere Fahrdynamik wahrgenommen. In diesem Zusammenhang existieren tendenziell zwei Endkundengruppen für neue, innovative Leichtbaukonzepte: das High-End- und das Low-Cost-Segment. Für beide Kundengruppen müssen die Komponenten und Systeme individuell konzipiert, entwickelt und umgesetzt werden.

Durch die indirekte Wahrnehmung von Leichtbau ist die Kommunikation eine signifikante Aufgabenstellung in der Branche.



BILD: AMC

Im Werk Lana bauen Josef Unterholzner (li.) und Thomas Jellitsch, Automotive Management Consulting, aktuell eine Kleinserienfertigung für xFK in 3D-Bauteile auf.

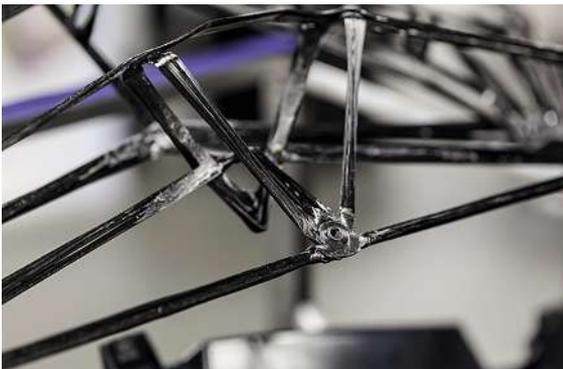


BILD: STEFAN BAUSEWEIN

Stoßfänger-Trägerstruktur – hergestellt mit der neuen Prozesstechnik xFK in 3D.

„Ursache und Wirkung müssen klar verständlich und für den Verbraucher nachvollziehbar kommuniziert werden“, weiß Unterholzner, der mit seinen Produkten unter anderem Premium-Marken wie Audi, Bentley, Lamborghini, McLaren, Mercedes-Benz, Mercedes-AMG, Porsche, Rolls Royce beliefert. „In diesem High-End-Segment erwarten die Automobilhersteller und Autokäufer immer leichtere Bauteile“, ergänzt Unterholzner.

Alleine die Substitution von Werkstoffen führt dabei nicht weiter. Sie ist zu teuer, insbesondere dann, wenn es um große Stückzahlen geht. Sehr gute Chancen prognostiziert die Autotest AG deshalb den Multimaterialkonzepten. „Vor allem Kostenbetrachtungen, die den gesamten Produktlebenszyklus im Blick haben, stehen hier im Fokus“, erklärt Unterholzner. Er sieht in diesem durchgängigen Product-Lifecycle-

Management noch großes Entwicklungspotenzial für seine Unternehmensgruppe.

KOOPERATION UND KOMMUNIKATION SIND ENTSCHEIDEND

Lieferanten können Leichtbaukonzepte oft nicht im Alleingang implementieren, da ihnen die Gesamtfahrzeugkompetenz und der prozessuale Überblick fehlen. Zudem ist die häufig mangelnde Durchgängigkeit ihrer Prozessketten ein signifikantes Hindernis. Sie müssen präzise abschätzen können, welchen Investitionsbedarf neue Leichtbaukonzepte beim OEM hervorrufen. Eine weitere Hürde für kleine und mittelständische Zulieferer ist die fehlende Kapitalkraft.

Den OEMs hingegen mangelt es mitunter an Risikobereitschaft, neue technische Lösungen zu implementieren; insbesondere, wenn diese hohe Vorleistungen erfordern. Typisch ist die eher inkrementelle Weiter-

entwicklung der Produkte. Darüber hinaus verhindern häufig auch unklare Randbedingungen innovative Konzepte, etwa die Gesetzgebung oder historisch gewachsene Lieferstrukturen und -netzwerke.

Dass es auch anders geht, hat Unterholzner in der Vergangenheit wiederholt unter Beweis gestellt: „Wenn es darum geht, künftige Erfolgspotenziale zu entwickeln, braucht man Mut zum Risiko“. Als aktuelles Beispiel präsentierte er auf dem diesjährigen »Automobil Industrie Leichtbau-Gipfel« eine vordere Stoßfänger-Trägerstruktur für den Lamborghini Aventador – hergestellt mit der neuen Prozesstechnik xFK in 3D. „Heute wiegt die Trägerstruktur aus glasfaserverstärktem Polycarbonat und gefertigt im Spritzgussverfahren rund 1,3 Kilogramm, mit xFK in 3D wird sie weniger als 200 Gramm wiegen – bei einer deutlich höheren Steifigkeit“, erläuterte Unterholzner.

Diese höhere Steifigkeit wiederum sei notwendig, damit der Stoßfänger den Höchstgeschwindigkeiten künftiger Sportwagen generationen standhält. „Die Zunahme des Staudrucks um 42 Prozent – bei 350 km/h gegenüber 315 km/h – hat Auswirkungen auf das gesamte Stoßfängerkonzept und die Verbindungstechnik“, betonte Unterholzner. Noch in diesem Jahr will er die ersten Teile für Lamborghini in einer Kleinserie herstellen - von Hand gewickelt.

Unterholzner ist von xFK in 3D begeistert: „Die Technik ist ultraleicht, hochflexibel und auch produktionsseitig gut umsetzbar. Ich bin felsenfest davon überzeugt, dass sie sich am Markt durchsetzen und zum größten Meilenstein für die Autotest AG werden wird.“ Auch die Rückmeldung aus der Industrie sei sehr gut, speziell von den Entwicklern und Technikern. Der Großteil habe das Verfahren sofort verstanden. „Oft werden wir gefragt: Warum seid ihr nicht früher darauf gekommen?“, so Unterholzner. Jetzt arbeite man daran, das Verfahren zu industrialisieren und das Vertrauen des einen oder anderen Kunden in die Technologie so zu stärken, dass er sich an erste Serienbauteile traut. Insgesamt gelte, den Kunden die Leichtbaukompetenzen der Autotest AG ebenso klar wie nachvollziehbar zu vermitteln, resümiert Unterholzner – und ist überzeugt: „In allen Unternehmensbereichen wird unsere Firma früher oder später mit dem Megatrend Leichtbau konfrontiert werden, sodass er eine wesentliche Expertise in der weiteren Entwicklung unserer Unternehmensgruppe darstellt.“ ◀

„KEINE ANGST, ABER IMMER RESPEKT“

Josef Unterholzner, Verwaltungsratspräsident und Firmengründer der Autotest AG, über die Erfolgsgeschichte des Unternehmens, den neuen Mehrheitsgesellschafter Ceterum und die Investitionen in xFK in 3D.

- DAS INTERVIEW FÜHRTE
CLAUS-PETER KÖTH -

Herr Unterholzner, was waren die wichtigsten Meilensteine der Autotest-Erfolgsgeschichte?

Am Anfang machten wir im Sechs-Jahres-Rhythmus große Sprünge. 1995 habe ich mit sieben Mitarbeitern und 500.000 Euro Jahresumsatz angefangen, hochwertige Kunststoff-, Metall- und Hybridbauteile zu bauen. Der erste Auftrag war für den VW Golf. Im Jahr 2004 erwirtschafteten wir mit 29 Mitarbeitern bereits 4 Millionen Euro Umsatz. Dann konnten wir 2005 das Offroad-Exterieurpaket für den Audi Q7 akquirieren. Das hat uns noch einmal einen großen Schub nach vorne gegeben. Zeitgleich entstanden drei neue Standorte: In Lana und Bratislava wurde neu gebaut, und in Franzensfeste übernahmen wir eine Betriebsstätte aus der Insolvenz. 2014 betrug unser Umsatz 85 Millionen Euro, die Mitarbeiterzahl lag bei 570. Das war schon eine besonders herausfordernde Zeit, die viel Kraft gekostet hat. Aber ich hatte stets das Glück, mein Hobby zum Beruf machen zu können. Und ich hatte keine Angst vor neuen Aufgaben, jedoch immer Respekt und Verantwortung. Das gilt bis heute.

Mitte 2014 haben Sie 32 Prozent der Autotest-Anteile an die Ceterum-Holding verkauft. Was waren die Gründe für diese Entscheidung?



BILD: AMC

→ **Zur Person**

Josef Unterholzner, 56, hat 1983 die heutige Autotest AG mit zwei Mitarbeitern in einer Garage gegründet. Heute besitzt die Unternehmensgruppe fünf Fertigungsstätten und beschäftigt europaweit rund 600 Mitarbeiter. 2013 war Unterholzner Südtirols Manager des Jahres.

Den Ausschlag gab ein Strategiepapier, in dem wir festgelegt hatten, dass wir für unser Premium-Produktportfolio mittelfristig eine eigene Lackiererei brauchen, um die Qualitätsanforderungen unserer Kunden zu erfüllen. Schließlich übernahmen wir zum 1. September 2014 die YTAB Industrielackierung in Iggingen, Baden-Württemberg, mit allen 138 Mitarbeitern und etwa 15 Millionen Euro Jahresumsatz. Diese Investition hätte

Autotest aus eigener Tasche nur unter größten Kraftanstrengungen und hoher Verschuldung umsetzen können.

Im Juli 2015 haben Sie weitere 32 Prozent an Ceterum verkauft und die Mehrheit abgegeben. Warum?

Nach fast 35 Jahren Hochleistungssport wollte ich die Verantwortung und Haftung als Geschäftsführer abgeben und die Führung an junge, automotive-erprobte Manager übergeben. Als Leiter Forschung und Entwicklung bleibe ich der Autotest AG jedoch erhalten. Ich sehe sehr viel Verbesserungs- und Entwicklungspotenzial im Unternehmen, das ich nun in neuer Funktion sukzessive angehen werde.

Was sind die Kernkompetenzen der Autotest AG?

Zunächst einmal hätte ich mir als gelernter Kfz-Mechaniker nie erträumt, irgendwann selbst Kunststoffteile zu produzieren. Dazu sind wir nur gekommen, weil die Lieferanten keine stabile Qualität sicherstellen konnten. Noch bis 1996 haben wir sämtliche Teile extern fertigen lassen. Dann habe ich mir zwei Schäumenanlagen gekauft. 2005 ist das Spritzgussverfahren hinzugekommen. Heute gelten wir als Entwicklungs- und Fertigungsspezialist für anspruchsvolle Interieur- und Exterieurteile – insbesondere für kleine und mittlere Stückzahlen. Ein absolutes Alleinstellungsmerkmal haben wir neuerdings mit der Faserverbund-Innovation xFK in 3D.

Welche Investitionen planen Sie in die Technologisierung, Vermarktung und Industrialisierung der neuen Technik?

Natürlich müssen wir erst einmal in Vorleistung gehen. Aber schon 2017 sollten wir den Break-even erreichen und ab 2018/2019 Geld verdienen. Und in vier bis fünf Jahren werden wir auch größere Stückzahlen zu einem wettbewerbsfähigen Preis herstellen können. Ich sehe die Entwicklung analog zum derzeitigen Geschäft der Autotest AG: Auch dort haben wir anfangs nur für drei bis fünf Autos am Tag geliefert. Heute fertigen wir täglich Stoßfänger für bis zu 100 Fahrzeuge. <



BILD: AMC

Nach der Konzeption, Entwicklung und Herstellung von Leichtbauteilen mit xFK in 3D, geht es nun im nächsten Schritt vor allem darum, das innovative Verfahren reproduzierbar zu industrialisieren.

INDUSTRIALISIERUNG IM ULTRALEICHTBAU

Technische Machbarkeitsstudien und das anhaltend hohe Marktinteresse haben die Vorstände der Unternehmen Tecosim und ABC überzeugt, die Prozesstechnik „xFK in 3D“ für Serienanwendungen auf die Straße zu bringen – gemeinsam entwickeln sie eine erste Prototypenanlage.

- VON CLAUS-PETER KÖTH -

Je leichter das Bauteil, desto teurer – die innovative Prozesstechnik xFK in 3D wird dies ändern. Das zum Patent angemeldete „Verfahren zum Wickeln von Faserverbundbauteilen“ beschreibt eine radikalinnovative Prozesstechnologie, bei der faserverstärkte Kunststoffe – etwa Glas-, Kohle- oder Naturfasern (GFK, CFK, NFK, xFK) – dreidimensional gewickelt und

abgelegt werden (xFK in 3D). Die Fasern lassen sich dabei geometrisch frei in der x-, y- und z-Ebene verlegen, je nach den definierten Lastpfaden und vorliegenden Lastkollektiven im Bauteil.

Das Besondere dabei: Eine auf die Kraft- und Spannungsaufnahme ausgelegte Faserablage, die die Bauteileigenschaften in puncto Gewicht, Steifigkeit und Festigkeit

„einstellbar“ macht. Der Werkstoffverschchnitt ist damit minimal – Hohlräume zwischen den Fasersträngen charakterisieren die Komponenten und Abfall entsteht kaum.

Nach der Konzeption, Entwicklung und Herstellung verschiedenster Leichtbauteile (Halter, Konsolen, Trägerelemente etc.) mit xFK in 3D, geht es nun im nächsten Schritt

vor allem darum, das innovative Verfahren reproduzierbar zu industrialisieren. Als sich Leonhard „Hardy“ Schiller, Inhaber der ABC Kunststoff- und Extrusionstechnik GmbH, und Udo Jankowski, Vorstand der Tecosim Gruppe, deshalb am 13. Juni in Siegburg trafen, waren sich beide schnell einig: Sie werden das gemeinsam stemmen.

Prozessverantwortlicher ist die Automotive Management Consulting GmbH, kurz AMC. Sie treibt und steuert alle Aktivitäten der Fertigungsüberleitung. Tecosim zeichnet verantwortlich für die Robotersimulation und das IT-gestützte Produktionssystem, ABC für den Sondermaschinen- und Anlagenbau sowie die erste reale Fertigungsstraße. Mit neuen Werkzeugen, Fertigungsverfahren und Methoden planen Tecosim und ABC, das Potenzial von xFK in 3D derart auszuschöpfen, dass Leistung, Qualität und Preis in einem guten Verhältnis zueinander stehen. Beide Unternehmer sind sich dabei bewusst, dass die Automation von Verlege- bzw. Wickelrobotern eine anspruchsvolle Aufgabe darstellt: So setzt die Serienproduktion von xFK-in-3D-Komponenten unter anderem spezielle Qualitätskontrollmechanismen voraus. Nichtsdestotrotz sind beide Zulieferer überzeugt, die anstehenden Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen.

FERTIGUNGSSIMULATION ALS DIFFERENZIERUNGSMERKMAL

Tecosim, seit vielen Jahren ein etablierter Entwicklungspartner für Computer Aided Engineering (CAE) sowie Anbieter von Software und Prozessoptimierung, befasst sich bereits seit geraumer Zeit mit der Fertigungssimulation. Vorstand Udo Jankowski sieht in der Entwicklung der xFK-in-3D-Fertigungssimulation einen wesentlichen Schritt, um zunehmend auch Lösungen für die Produktion anbieten zu können – etwa einen wirksamen Einsatz von Maschinen und Robotern durch IT-gestützte Berechnungen und Analysen.

Hierin sieht Jankowski ein strategisches Differenzierungsmerkmal, das die Prozesskette schließt: „Heute geht es darum, Produkte belastungsgerecht zu entwickeln. Neue Faserverbundtechnologien sind in bestimmte Richtungen hoch belastbar und haben großes Leichtbaupotenzial – wenn man sie richtig einsetzt. Um dieses Potenzial voll zu nutzen und das Bauteil entsprechend auszulegen und zu produzieren, muss man natürlich vorher wissen, wie die spätere

„DEN MANUFAKTUR-CHARAKTER AUFLÖSEN“



BILD: STEFAN BAUSEWEIN

Udo Jankowski, Vorstand der Tecosim-Gruppe.

Tecosim investiert in die Industrialisierung und Fertigungsüberleitung der neuen Prozesstechnik xFK in 3D. Wo sehen Sie die Vorteile des Verfahrens, und an welcher Stelle bringen Sie sich ein?

xFK in 3D sehen wir als eine sehr gute Möglichkeit, Bauteile in einer extrem leichten, robusten und wirtschaftlich vernünftigen Weise herzustellen. In mehreren Prototypen haben wir das Potenzial des Prozesses erkannt. Für Tecosim sind neue Verfahren und Materialien per se interessant, da wir das Know-how und die Erfahrung haben, sie virtuell auszulegen und zu optimieren. Bei xFK in 3D geht es darum, die anerkannte und erprobte Wickeltechnik mit Fasern in einen industriellen Prozess mit hoher Stückzahl sowie kontrollierten und optimierten Prozessparametern zu überführen. Wir bringen unsere Kompetenz an zwei Stellen ein: Bei der Bauteilausle-

gung und Optimierung durch CAE sowie bei der Produktionssimulation mittels Auslegung der Materialzuführung und der passenden Fertigungsroboter.

Grundsätzlich haben wir in der Faserverbundwelt das Problem, dass alle Prozesse einer Manufaktur ähneln und stark verbesserungswürdig sind hinsichtlich Zeit und Kosten. Wie wollen Sie das ändern?

In puncto Kosten bietet xFK in 3D sehr gute Voraussetzungen, da es bei der Wickeltechnik keinen Verschnitt gibt – jedes Gramm Material wird verbaut – und auch die Investitionen für Fertigungswerkzeuge vergleichsweise gering sind. Am Faktor Zeit arbeiten wir mit Hochdruck. Wir wollen den Manufakturcharakter auflösen und in einen vollautomatisierten Prozess überführen. Alle derzeit noch händischen Arbeitsschritte werden künftig Industrieroboter übernehmen.

Was sind die nächsten Schritte?

An der Bauteilauslegung arbeiten wir schon seit geraumer Zeit und haben hier konkrete Lösungen vorliegen. Die Prozessautomatisierung und -auslegung ist Teil eines Forschungsprojektes, das wir unter der Federführung von AMC in einigen Monaten abschließen werden. Im Rahmen dessen bauen wir parallel die erste industrielle Fertigungsstraße auf.

Welche Investitionen planen Sie rund um xFK in 3D? Welche Chancen sehen Sie mittelfristig für Ihr Haus?

Der Eigenanteil am Forschungsprojekt liegt im hohen fünfstelligen Bereich. Für die Simulationsprozesse bei den Bauteilauslegungen werden weitere Anstrengungen erforderlich. Wir sind vom Durchbruch dieses Verfahrens überzeugt und glauben an mannigfaltige Projekte mit unseren Kunden in den kommenden Jahren.

ren Belastungen aussehen und die Komponenten entsprechend fertigen. Und das geht nur, indem man es virtuell entwickelt.“ (s. Interview auf S. 61)

Zu seinen Kunden zählen nahezu alle Premium-OEMs sowie viele renommierte Zulieferer, die Tecosim in ihren Engineering-Projekten von England bis Japan und den USA bis Korea unterstützt. „Wer neue Einsatzgebiete erschließen will, braucht ein Gespür für Trends“, sagt Jankowski. Sein Ziel ist es, mit innovativen Entwicklungsdienstleistungen und Produkten die Mobilität in puncto Sicherheit, Komfort und Umwelt zu verbessern. Mit Erfolg: Der CAE-Spezialist wurde im vergangenen Jahr zu einem der innovativsten Unternehmen des deutschen Mittelstandes gewählt.

EXPERTISE IM MOTORSPORT

Auch der Siegburger Unternehmer Hardy Schiller zeigt sich optimistisch, dass die Fertigungsüberleitung vom Prototypenmaßstab hin zu reproduzierbaren xFK-in-3D-Serienanwendungen erfolgreich umgesetzt werden kann. Er betont, dass seine Firma als „hochqualifizierter Kunststoff- und Extrusionsspezialist“ in den vergangenen Jahren sehr viel Wissen im Sondermaschinen- und Anlagenbau aufgebaut hat. Genau diese Expertise gelte es nun gezielt einzusetzen, um den feinmechanischen Anteil bei der Entwicklung einer xFK-in-3D-Prototypenanlage zu realisieren. Gleichzeitig werde



Am 13. Juni vereinbarten Udo Jankowski (li.) und Hardy Schiller die Kooperation zur Fertigungsüberleitung von xFK in 3D.

BILD: AMC

ABC auch die Serienfertigung der ersten xFK-in-3D-Bauteile übernehmen. „xFK in 3D ist eine grundsätzlich neue Prozesstechnik, die durch äußerst wirksame Leichtbaukonzepte nicht nur unserem Haus, sondern der

gesamten Automobilindustrie dienen wird“, ist Schiller überzeugt.

Er begleitet das xFK-in-3D-Projekt seit der ersten Stunde und hat unter anderem erste Tests und Anwendungen im internationalen Motorsport unterstützt. Er wechselte nach seiner erfolgreichen Zeit als Motorradrennfahrer bereits in den Neunzigerjahren in den Automobilsport, nahm selbst an vielen Langstreckenrennen teil und trat schließlich drei Mal mit seinem eigenen Team beim 24h-Rennen von Le Mans an (s. Foto unten). „Gerade in Le Mans wurden bereits unzählige neue Technologien und Innovationen unter härtesten Bedingungen erstmals eingesetzt und auf der Langstrecke erprobt: Wasserkühlung, aerodynamische Analysen und Komponenten, Crashelemente, Direkteinspritzsysteme, Hybridtechnik etc., die den heutigen Automobilbau kennzeichnen“, betont Schiller.

Den Markteintritt von xFK in 3D in den internationalen Motorsport unterstützt Schiller daher sehr. Aus jahrzehntelanger Erfahrung weiß er, wie bedeutsam es ist, neue Techniken unter extremen Einsatzbedingungen zu testen: „Dazu gibt es keine Alternative. xFK in 3D ist eine Leichtbautechnologie – wo sonst als im Motorsport könnte sie wirksamer getestet werden?“

ERSTE PROTOTYPENANLAGE

In der Verknüpfung seiner industriellen Kompetenzen in der Kunststoff- und Extrusionstechnik sowie seinen Erfahrungen mit (Ultra-)Leichtbaukomponenten von Le-Mans-Prototypen sieht Schiller eine sehr gute Basis, um xFK in 3D zu industrialisieren: „Zuallererst geht es nun darum, gemeinsam mit AMC und Tecosim die Fertigungsschritte für unterschiedliche xFK-in-3D-Komponenten festzulegen, eine Prototypenanlage mit minimalem Umrüstaufwand zu konzipieren und eine mechanisch sowie steuerungstechnisch intelligente Legetechnik zu entwickeln. Hierfür sehen wir uns gut gerüstet, da es in der Extrusions- und Faser-Verlegetechnik viele Analogien und Synergien gibt. Vor diesem Hintergrund habe ich mich für die xFK-in-3D-Kooperation entschlossen.“

Ferner sei durch die Kooperation mit Tecosim und Automotive Management Consulting (AMC) ein kollaboratives Netzwerk entstanden, das alle erforderlichen Kompetenzen bietet. „Gemeinsam sind wir stark“, gibt der dreifache Le-Mans-Teilnehmer das Motto vor. <

BILD: ABC



ABC begleitet das xFK-in-3D-Projekt seit der ersten Stunde und hat unter anderem erste Tests und Anwendungen im internationalen Motorsport unterstützt.

LUFT-DRUCK

Neue Materialien, Funktionsintegration und neue Herstellverfahren: Der Leichtbau ist vielfältig geworden. Vor allem die additive Fertigung birgt Potenziale – und hier kann die sonst vorausfahrende Automobilindustrie noch lernen: vom Flugzeugbau.

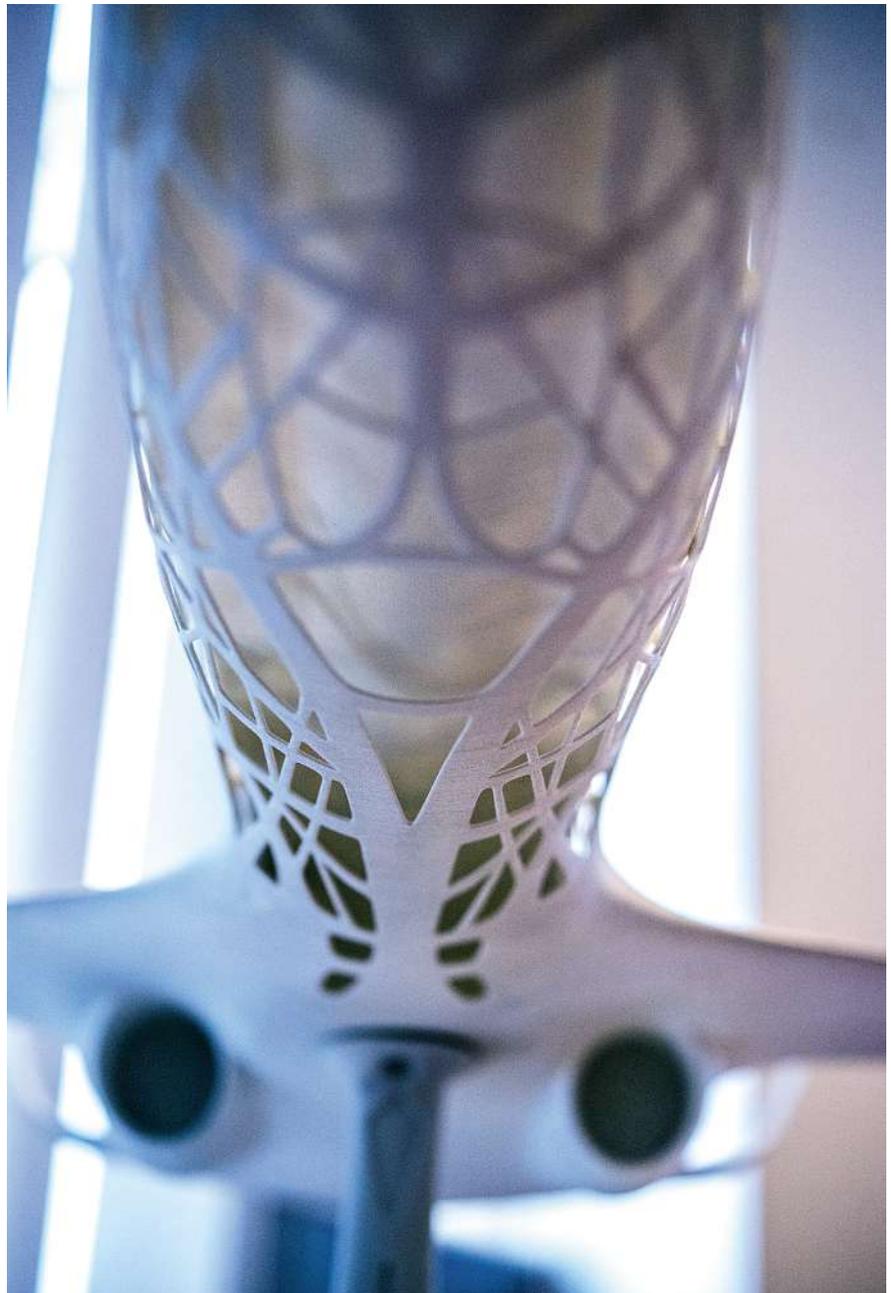
- VON THOMAS GÜNNEL -

Die Ziele von Automobil- und Flugzeugindustrie ähneln sich in bestimmten Bereichen: Beide müssen mit Treibstoff sparsam umgehen, damit die Fortbewegung wirtschaftlich möglich ist. Beide ersinnen dazu Leichtbau-Ansätze für ihre Fahr- und Flugzeuge. Und beide sehen in der additiven Fertigung eine echte Chance, diese Gewichtsziele zu erreichen. Mehr noch: Die Flugzeugindustrie nutzt den sogenannten 3-D-Druck bereits in größerem Umfang. Laut Terry Wohlers, Präsident von Wohlers Associates, eines unabhängigen Beratungsunternehmens für Produktentwicklung und additive Fertigung, ist der Flugzeughersteller Airbus derzeit weltweit führend beim Drucken komplexer Metallteile.

So sah das im vergangenen Jahr auch der Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI) – und schlug das Projekt „3-D-Druck im zivilen Flugzeugbau – eine Fertigungsrevolution hebt ab“ für den deutschen Zukunftspreis vor. Peter Sander, bei Airbus in Deutschland verantwortlich für die Zukunftsforschung und Mitglied des nominierten Airbus-Teams, referierte dazu in seiner Abschluss-Keynote auf dem Leichtbau-Gipfel im März.

Ziel des Projektes war es, den 3-D-Druck auch für mechanisch und thermisch hochbelastbare metallische Bauteile nutzbar zu machen. Konkretes Beispiel ist ein Kabinenhalter aus Titan. Er befestigt den Crew-Ruheraum im neuen Langstreckenflugzeug A350 XWB und ist seit dem Jahr 2014 im Einsatz. Entstanden ist er im sogenannten Laser-Cusing-Verfahren – das Airbus gemeinsam mit dem Laser Zentrum Nord und Concept Laser entwickelte.

Das Verfahren eignet sich zum Beispiel für unterschiedliche Stähle, Edelmetalle wie Gold- und Silberlegierungen sowie Metall-



BILDER: DEUTSCHER ZUKUNFTSPREIS/ANSGAR PUDENZ

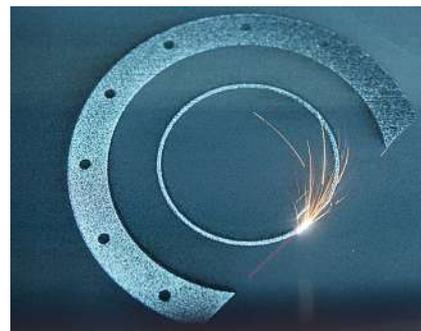
Die additive Fertigung ist eine große Chance für den Leichtbau. Die Flugzeugindustrie ist der Automobilindustrie hier bereits weit voraus.



Der Kabinenhalter des neuen Airbus A350 XWB. Das Herstellverfahren war nominiert für den Deutschen Zukunftspreis 2015.



Topologieoptimierter Türstopper einer Kabinentür: Er ist leichter und fester als das klassisch designte Bauteil.



Ein Laser schmilzt zuvor aufgebrautes Titanpulver auf. Schicht für Schicht entsteht so das fertige Bauteil.

mischungen auf Titan-Basis. Das pulverförmige Metall wird dabei mit dem energiereichen Licht eines Faserlasers bestrahlt und dadurch aufgeschmolzen. Nach dem Erkalten verfestigt sich das Material. Der Laser streicht computergesteuert Zeile für Zeile über das Metallpulver – und lässt so die gewünschte Form entstehen. Um das komplette Produkt aufzubauen, wird es nach Fertigstellung jeder Schicht um einige Dutzend Mikrometer abgesenkt – und danach die nächste Lage aufgebracht.

Eine patentierte, „stochastische“ Ansteuerung stellt sicher, dass sich auch große Bauteile, wie sie im Flugzeugbau zum Einsatz kommen, weitgehend spannungsfrei drucken lassen. Die Federal Aviation Administration, die Bundesluftfahrtbehörde der Vereinigten Staaten, hat den Prozess als oberste technische Aufsichtsbehörde abgenommen. „Das Titandringen ist bei Airbus komplett durchqualifiziert, wir nutzen es in der Serienproduktion“, verdeutlichte Sander.

GELEBTE VERNETZUNG

Kern der Innovation ist der vollständig digitale Charakter des Fertigungsverfahrens. Damit lässt sich der 3-D-Drucker in eine durchgängige digitale Prozesskette einbinden, bei der die einzelnen Herstellungsschritte samt Materiallogistik und Qualitätsprüfung automatisch ablaufen und aufeinander abgestimmt sind. Und das ist noch nicht alles: Noch in diesem Jahr soll laut Sander Edelstahl für die Anwendung in der additiven Fertigung zertifiziert werden, im Jahr 2017 Aluminium.

Um das Thema weiterzuentwickeln, betreibt Airbus eine „3-D-Druck-Plattform“, die europaweit die Entwicklungsressourcen zusammenfasst. „Die industrielle Plattform soll für die neue A350 XWB Serienteile zur Verfügung stellen. In Etappen von jeweils

einem halben Jahr sollen immer 20 unterschiedliche Serienteile in Titan verfügbar sein. Im kommenden Jahr soll der 3-D-Druck in Alu beginnen. Insgesamt bedeutet dies: Wir strukturieren, untersuchen und identifizieren potenzielle Teile. Dann müssen wir in Strukturtests nachweisen, dass dieses neuartige Design funktioniert“, erläutert Sander.

Anfang dieses Jahres veränderte zudem die Airbus-Tochter Premium Aerotec ihre Produktion: „Eine Fräshalle wurde leergeäumt und anschließend vier 3-D-Drucker installiert“, beschreibt Sander. Das Unternehmen hat die Zulassung des Luftfahrtbundesamtes erhalten und darf nun Flugzeugteile additiv fertigen. Airbus vernetzt inzwischen weitere Unternehmen, die über entsprechende Drucker verfügen, „sodass Aerotec nicht gleich zu Beginn 20 Drucker kaufen muss“, erklärt Sander. Auch so lässt sich additive Fertigung wirtschaftlich darstellen.



Peter Sander, Zukunftsforscher bei Airbus.

Wichtig für alle additiv gefertigten Bauteile ist laut Sander das topologieoptimierte Design. Der Zukunftsforscher illustrierte das an einem Beispiel: „Der sogenannte Türstopper für die Kabinentür ist hochgradig dynamisch belastet. Die Noppe, die die Tür hält, muss rund drei Tonnen Last halten. Im Test haben wir das Bauteil mit bis zu 7,8 Tonnen belastet. Das geschmiedete Bauteil und das additiv gefertigte Bauteil im selben Design sind dabei ausgefallen – das topologieoptimierte Bauteil hielt der Last stand und ist nebenbei noch über 30 Prozent leichter“, beschrieb Sander.

GROSSE BAUTEILE DRUCKEN

Neben den beiden Beispielen fliegen bei Airbus heute schon gedruckte Serienteile, etwa ein doppelwandiger Krümmer des Kraftstoffsystems, der ursprünglich als Guss- oder Schweißbauteil ausgelegt war. Anfang dieses Jahres installierte Airbus zudem die beiden ersten Triebwerke des Typs „Leap 1A“ an einem Airbus 320 neo. Hergestellt hat sie CFM International, ein Joint Venture der Triebwerkshersteller GE Aviation und Snecma.

Die Besonderheit: Im Triebwerk befinden sich 19 gedruckte Einspritzdüsen. Spätestens ab dem Jahr 2018 will GE Aviation seine Leichtbau-Turbinenschaufeln auf Maschinen des schwedischen Druckerherstellers Arcam fertigen. Ebenfalls ab 2018 will Airbus größere Baugruppen additiv herstellen. „Das Ganze könnte in einem bionischen Flugzeug enden“, sagte Sander – das sei aber tatsächlich noch ferne Zukunftsmusik. <

Mehr Informationen zum Deutschen Zukunftspreis:
www.deutscher-zukunftspreis.de

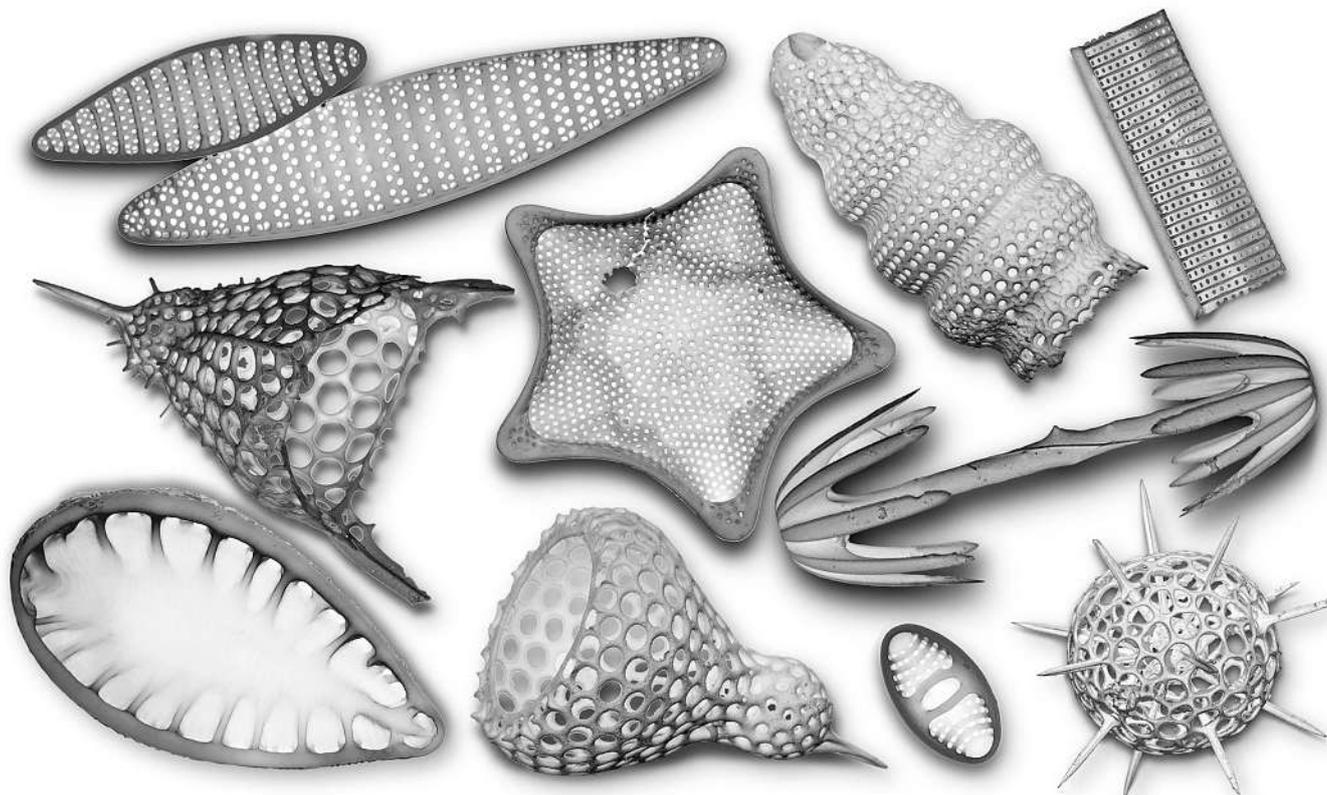


BILD: ALFRED-WEGENER-INSTITUT

Algen haben auf den ersten Blick mit Leichtbau nichts zu tun – sind aber tatsächlich Leichtbauobjekte par excellence.

MARITIMER LEICHTBAU

Automobiler Leichtbau ist ein Trend, den kein Hersteller auslassen kann. Mit kreativen Ansätzen soll das Fahrzeuggewicht sinken – zum Beispiel mittels natürlicher Vorbilder wie der Alge.

- VON THOMAS GÜNNEL -

Das Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, hat unter der Bezeichnung „ELiSE“ ein patentiertes, bionisches Verfahren entwickelt, das Leichtbauaspekte in den Produktentstehungsprozess integriert. Dabei dienen die Schalen und Panzer mariner Kleinstlebewesen als Vorbild. Der Ablauf ähnelt vereinfacht dargestellt der Entwicklung nicht-bionischer Bauteile: beginnend mit der Bauteilanalyse inklusive Lastenheftdefinition, über Bauteilwürfe, der Optimierung bis zum fertigen Produkt.

Der Unterschied zu klassischen Verfahren: Zwischen der Bauteilanalyse und dem Bauteilwurf steht das sogenannte Scree-

ning. Es beinhaltet Untersuchungen natürlicher Vorbildstrukturen. Diese werden analysiert und anschließend dafür vorbereitet, in technischen Systemen zu funktionieren.



Volumenversteifungen am Tretlager eines aluminium-gedruckten Fahrrads.

Am Alfred-Wegener-Institut können die Mitarbeiter auf eine Datenbank von über 120.000 Planktonorganismen mit aufbereiteten mechanischen Wirkprinzipien zurückgreifen. Das bedeutet: Die Eigenschaften der Organismen wurden bereits in deren technische Eigenschaften „übersetzt“ – zum Beispiel eignen sich bestimmte Vorbilder gut für Flächentragwerte oder Torsionselemente. „Wir verfügen hier über einen Pool mit unterschiedlichen geometrischen Lösungen für diverse Fragestellungen“, sagte Daniel Siegel, Gruppenleiter Anwendung, Abteilung Bionischer Leichtbau am Alfred-Wegener-Institut. Beispielhaft verdeutlichte er das am Sattelrohr eines Technologieträger-Fahrrads, bei dem geschwungene

BILD: ALFRED-WEGENER-INSTITUT

T-Flächen die Kraftüberleitung vom Sattelrohr in den Rahmen leisten.

EVOLUTIONÄR ENTWICKELN

„Jetzt bleibt noch die Frage nach der geeigneten Dimensionierung des natürlichen Funktionsprinzips“, sagte Siegel, und fügte an: „Und hier hat die Natur auch etwas Spannendes dabei, nämlich die Evolution. Sie passt sich regelmäßig an Umweltbedingungen – in der technischen Welt Randbedingungen – an und will möglichst effizient sein.“

Die parametrische Optimierung veranschaulichte er passend zum Thema Bionik anhand von Giraffen und einem Baum: „Der technische Lastfall heißt: Wir wollen Futter vom Baum haben. Als Bauteil haben wir die Giraffe, und wir wissen, wie das Bauteil in seiner Merkmalsausprägung gearbeitet sein muss, um dem Lastfall zu entsprechen – also möglichst viel Futter vom Baum zu bekommen. Wie in der Natur üblich, haben wir ein Elternpaar und diverse Nachfahren mit unterschiedlicher Merkmalsausprägung. Im Beispiel „gewinnt“ die Giraffe mit dem höchsten Hals, weil sie am leichtesten ans Futter kommt. Übertragen auf das technische Bauteil könnte das etwa das Bauteil sein, das die höchsten Spannungen aushält und gleichzeitig das geringste Gewicht hat“, beschrieb Siegel.

In der Technik gehe man bei der Entwicklung ähnlich evolutionär vor. „Wir erzeugen am Institut die Geometrie, anders gesagt, wir stellen die Elternteile der Giraffe in CAD dar. Anschließend simulieren wir das Bauteil und schauen uns an, wie es aussieht, welche Verschiebungen oder Spannungen es aufweist und bei welchem Gewicht. Dann bewerten wir es im Vergleich mit der vorherigen Generation. Das alles läuft automatisiert ab, so dass wir komplette Geometrieänderungen im CAD durchführen können“, beschrieb Siegel den Ablauf. Ein anderes



BILD: PAUL BOMKE/AWI

Daniel Siegel vom Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven, erläuterte auf dem Leichtbau-Gipfel 2016 die Vielfalt des bionischen Leichtbaus am Produktentstehungsprozess „ELISE“.

Beispiel für feinere Abstimmungen am Bauteil führte er anhand von Kerbspennungen aus. Um diese zu eliminieren, müsse man sich nur die Übergänge von Ästen an Bäumen anschauen: „Bäume können so lange Material an den äußeren Schichten anlagern, bis die mechanischen Spannungen der Oberfläche homogen sind“, erklärte Siegel. Dazu gäbe es unterschiedliche Programme, die mit geometrischen Regeln diese Schwachpunkte in Bauteilen aufdeckten.

VON ALGEN LERNEN

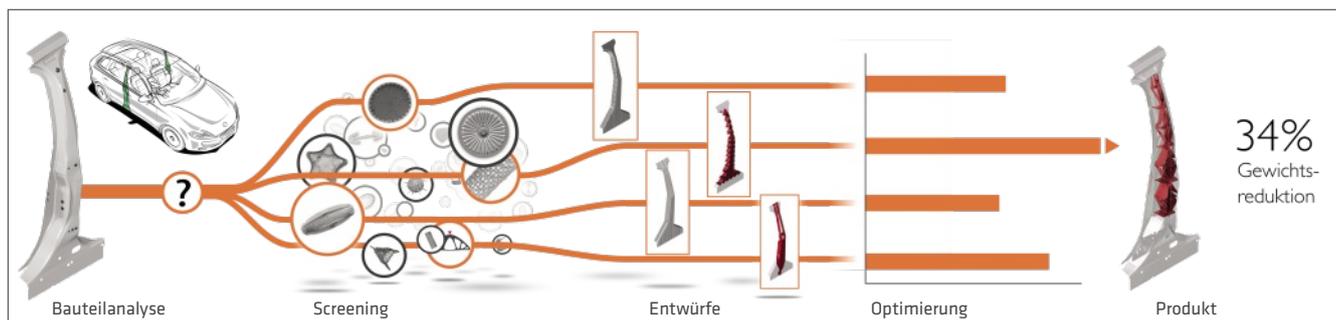
Die spannungsorientierten Versteifungsalgorithmen für Flächen- und Volumenbauteile erläuterte Siegel anhand einer Alge: „Interessant ist der Aufbau der Alge. Wir sehen zwei Schalen, die jeweils sequenziert sind in eine Art Schottwände. Eine Ebene weiter, zwischen den Schottwänden, finden sich weitere Strukturelemente. Diese Art der

Versteifung würden wir nun gern für Flächen und dort für beliebig komplexe Oberflächen technischer Bauteile verwenden. Bei der technischen Abstraktion gehen wir von einer Gehäusestruktur mit diversen Flächen aus. Zunächst geben wir die Beziehungen der Flächen zueinander an, wir haben eine Master-Fläche und eine Slave-Fläche. Das Besondere daran ist, dass wir unterschiedliche Versteifungsalgorithmen je nach Belastung der Fläche nutzen und wegen der Master-Slave-Beziehung ideale Übergänge auch an den Ecken haben“, beschrieb Siegel.

„Bei Volumenversteifungen fertigen wir eher additiv, das heißt, wir können frei im dreidimensionalen Raum bauen – und das sollte man nutzen. Über Gradienten lassen sich die Kräfte entsprechend leiten, je nachdem, wie und an welchen Stellen das Bauteil belastet ist. Entsprechend kann man diese Kräfte auch richten und somit anisotropes Verhalten mit einem isotropen Werkstoff darstellen. Außerdem ist dieses Modell kombinierbar, es lassen sich zum Beispiel auch Freiformflächen integrieren“, erklärte Siegel. Beispielhaft für die Volumenversteifungen zeigte Siegel das Tretlager des aluminium-gedruckten Fahrrads. „Hier hatten wir viele unterschiedliche Lastfälle, etwa einen Bordsteinsprung oder im Stehen Fahrrad fahren – und genau dafür eignen sich diese Gitterstrukturen sehr gut.“

Siegel hatte zudem einen Demonstrator dabei, an dem er zeigte, dass das Verfahren fertigungs- und materialunabhängig ist – das Material begrenzt lediglich die Formgestaltung. Im Automobilbereich habe man bereits mit OEMs zusammengearbeitet, zum Beispiel bei Sitzstrukturen, Domstreben oder Querträgern – „auch wenn der Ausgangspunkt „Alge“ erst einmal ungewöhnlich war“, sagte Siegel. <

Mehr Informationen auf: www.elise.de



Ablauf der bionischen Bauteiloptimierung: Bauteilanalyse, Screening, Bauteilentwürfe, Optimierung und fertiges Produkt.

BILD: ALFRED-WEGENER-INSTITUT

LEICHTBAU CITY

SAVE THE DATE
09./10. März 2017

**AUTOMOBIL
INDUSTRIE**

LEICHTBAUGIPFEL 2017

09. und 10. März 2017, Vogel Convention Center, Würzburg

Leichtbau und Elektromobilität

Strategien • Technologien • Perspektiven

Informationen finden Sie unter

www.leichtbau-gipfel.de

VERANSTALTER

**AUTOMOBIL
INDUSTRIE**

carhs.
Empowering Engineers

„Bei der Prozesstechnik xFK in 3D liegen die Fasern reproduzierbar ideal in Spannungsrichtung. Es werden nur die Fasern benötigt, die Kräfte zu übertragen haben – so entstehen Bauteile extremen Leichtbaus, weil Hohlräume zwischen den Fasersträngen offenbleiben.“

Prof. Peter Eyerer, langjähriger Leiter
des Instituts für Kunststofftechnik an der Uni Stuttgart



Themenpartner dieser Ausgabe

