

Leichtbau: Neues Denken braucht das Land

Leichtbaulösungen haben viele Facetten – allen gemeinsam ist das Potenzial, Energie- und Material-Ressourcen zu sparen. Vor diesem Hintergrund ist die Relevanz hybrider Werkstoffe und Leichtbauteile in der industriellen Fertigung in den vergangenen Jahren stark gestiegen. Leichtbau verspricht Wettbewerbsvorteile als eine der wenigen Technologien, die hohe wirtschaftliche Potenziale gleichzeitig mit Ressourcenschutz verbindet. Doch zunächst müssen die Unternehmen einige Anstrengungen unternehmen, um den Leichtbau tauglich für den Massenmarkt zu machen: Der moderne Leichtbau erfordert ein Umdenken nicht nur beim Materialverständnis, sondern auch im Hinblick auf die gesamte Prozesskette.

Die Vorteile des Leichtbaus liegen auf der Hand: Gelingt es, die Masse von Tragwerkstrukturen oder Bauteilen zu reduzieren und im besten Fall gleichzeitig ihre Funktionalität zu verbessern, erhöht sich neben Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit auch der Nutzen des künftigen Produkts für den Kunden. Produkte also zu verbessern und gleichzeitig Ressourcen effizient zu verwenden – das geht nur mit Leichtbau! Leistungsfähigere Produkte bedeuten erhöhte Wettbewerbsfähigkeit und tragen zu mehr Markterfolg bei – Nachhaltigkeit ist heute schon fast ein von den Kunden gefordertes „Muß“. Der Leichtbau kann beides, ganz nach dem Leitmotiv „Weniger ist mehr. Wert.“

Leichtbau als Querschnittsthema tangiert zahlreiche Branchen von Automotive über Maschinenbau sowie Luft- und Raumfahrt bis hin zur Bauindustrie und Architektur. Damit sichert die Leichtbaubranche für die Zukunft viele hochwertige Arbeitsplätze und die industrielle Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft.

Die Potenziale des konventionellen Leichtbaus werden aber z.B. in der Automobilindustrie voraussichtlich spätestens innerhalb der nächsten zwei Fahrzeuggenerationen gehoben werden. Nun steht mittelfristig ein Paradigmenwechsel an, der neben der Digitalisierung der Wertschöpfungskette und den damit verbundenen Prozessveränderungen einen Schwerpunkt auf Konzept-Leichtbau legen wird.

„Megatrend“ Multi-Material-Design

Hohes Leichtbaupotenzial haben Werkstoffe wie hochfeste Stähle, Aluminium oder natürlich Faserverbund-Werkstoffe, aber z.B. auch Spezialbetone mit ihren jeweils spezifischen Vor- und Nachteilen etwa im Hinblick auf Dichte, Steifigkeit, Herstellkosten oder Verarbeitbarkeit. Je nach Anwendung können verschiedene Materialien ihre Vorteile ausspielen. Ziel muss es aber sein, das richtige Material in der richtigen Menge an die richtige Stelle zu bringen, um den gewünschten Effekt zu erzielen.

Neue Materialzusammensetzungen und –kombinationen für den Einsatz in hybriden Strukturen bringen aber auch die Fügetechnik im Verbund von Metall- und Kunststoff-Werkstoffen sowie die reproduzierbare und sichere Herstellung der Materialien in den Fokus.

Weil das Multi-Material-Design oder – anderer gängiger Begriff - der hybride Leichtbau verschiedene Material- und Methodenwelten intelligent und optimiert verknüpft, wird ihm eine Schlüsselrolle bei der Durchsetzung von Leichtbau in der Zukunft bescheinigt.

Konstruktion und Konzeption: Schlüsselkompetenzen für den Leichtbau

Jedoch ist es zu kurz gesprungen, wenn Leichtbau lediglich als die Substitution „schwerer“ Materialien (wie z.B. Stahl) durch „leichtere“ (z.B. Aluminium, Carbonfaser) verstanden wird. Natürlich bildet möglichst breite Materialkenntnis und -Anwendung eine wesentliche Grundlage für den Leichtbau, allerdings bergen Konstruktions- und neue Konzeptionsmethoden ein mindestens ebenso großes Potenzial zur Masseinsparung.

So wird durch den Materialeichtbau sowie die Anwendung einiger Konstruktionsmethoden i.d.R. 20-30% Masseinsparung erzielt. Im Umkehrschluss bedeutet dieser Erfolg jedoch auch, dass ca. 70-80% Einspar- und Produktverbesserungs-potential bisher nicht angegangen wurden.

Neben dem Ersatz von Werkstoffen stehen jedoch verschiedene Methoden bereit, die darauf abzielen, Gewicht zu reduzieren und Material möglichst effizient oder, im besten Falle, überhaupt nicht einzusetzen.

Eines der wesentlichen konstruktiven Elemente des Leichtbaus, das auch schon weitgehend angewendet wird, ist die Integration verschiedener Funktionen in einem Bauteil, was etwa zusätzliche Gehäuse, Schrauben oder andere Verbindungsstücke spart.

In der Breite schon seltener angewendet werden z.B. aus der Bionik abgeleitete Methoden des lastgerechten Konstruierens: Material wird nur dort eingesetzt, wo auch Kräfte auftreten. Hier wird durch komplexe Finite-Elemente-Modelle Kraftverläufe simuliert, die zu einer sogenannten Topologieoptimierung führen und Material nicht ersetzen, sondern i.d.R. etwa 30%, manchmal bis zu 50% davon komplett überflüssig machen. Neben der Masseinsparung lässt sich so oft auch eine Kostenreduzierung realisieren.

Eines der größten Leichtbaupotenziale aber – selbst wenn das auf den ersten Blick banal klingen mag – liegt im Verzicht: Welche Features können weggelassen werden, um das Produkt nicht unnötig zu beschweren? Welche Funktionen benötige ich überhaupt nur, um die Kundenbedürfnisse optimal, aber mit minimalem Aufwand, befriedigen zu können? Methoden wie die Funktionsmassenanalyse und ähnliche spielen hier eine Rolle, um auch an die restlichen 70-80% Masseneinsparung heranzukommen. Diese Methoden werden unter dem Begriff „Konzept-Leichtbau“ zusammengefasst und spielen z.B. in der Automobilindustrie, aber auch im Maschinenbau, zunehmend eine Rolle. Wesentlich dabei ist, Systemgrenzen zu überwinden und Produkte komplett „neu“ zu denken.

Um diese, sich u.a. als Wettbewerbsvorteil für die Industrie manifestierenden wirtschaftlichen Chancen, sowie die damit noch möglichen Ressourcenschuttpotentiale voll wirksam machen zu können, ist es nötig den Leichtbau neu zu definieren und die gewöhnlich unter Leichtbau verstandenen Aspekte deutlich zu erweitern. Ein Paradigmenwechsel steht an.

Neue digitale Prozesse revolutionieren den Produktentwicklungsprozess (PEP) - Digitalisierung der Entwicklungskette

Die Digitalisierung ist für den Leichtbau essentiell. Der Leichtbau geht mit Werkstoffen an die Grenzen der Belastbarkeit, dies erfordert erhöhten Simulations- und (virtuellen) Testaufwand. Dabei entsteht eine immer höhere Zahl an Rückkopplungen und Abhängigkeiten im Entwicklungsprozess, da einzelne Verbesserungen in einem Prozessschritt auf davor liegende Prozessschritte Auswirkungen haben können. Diese Optimierungsschleifen sind notwendig, um das volle Leichtbau-Potential auszunutzen; die Produktion muss näher mit der Entwicklung zusammen gebracht werden. Damit ziehen z.T. vollständig andere Arbeitsweisen und Abläufe in die Unternehmen und Lieferketten ein.

Der Engineering-Prozess wird also immer komplexer und verschiebt sich von einem konsekutiven zu einem eher zirkularen Gebilde mit Feedbackschleifen über die gesamte

Lieferkette. Diese komplex verschleiften und interdependenten Prozesse sind nicht mehr mit Papier und Bleistift oder dem Austausch von Excel-Listen handhabbar, abgesehen von dem dafür erforderlichen Zeitaufwand entlang der Lieferkette.

Um die oben erwähnten konstruktiven und konzeptionellen Leichtbau-Potenziale vollständig ausschöpfen zu können, ist deshalb eine durchgängige Datenkommunikation entlang der gesamten Wertschöpfungskette notwendig. Dies führt zu einer deutlich gesteigerten Wettbewerbsfähigkeit, da damit das Produkt deutlich verbessert werden kann (Mehrwert für den Kunden) und/oder schneller an den Markt gebracht werden kann (Time-to-Market). Es geht dabei um nichts anderes als die Digitalisierung der gesamten Prozesskette. Dafür muss der Datenaustausch standardisiert werden.

Leichtbau wird damit auch zu einem herausfordernden Change-Projekt: das Leichtbaudenken muss in die Köpfe der Ingenieure gebracht werden und Arbeit neu organisiert werden (Prozessinnovation). Da Leichtbau nach diesem Verständnis bereits in der Produktkonzeption beginnt, müssen alle Teile der Wertschöpfung enger zusammenrücken. Dafür ist ganzheitliches Leichtbau-Know-how gefragt, das von standardisierten Kommunikationsplattformen, die einen prozessübergreifenden, durchgängigen Datenaustausch ermöglichen, unterstützt wird.

Herausforderungen für die Industrialisierung – Produktionstechnologie und 3D-Druck

Neben geeigneten Methoden und Werkstoffen spielt die Produktionsfähigkeit hybrider und allgemeiner Leichtbaulösungen eine Schlüsselrolle für ihren Erfolg. Denn die Massenproduktion, die für eine schnelle und günstige Herstellung steht, ist der Hebel für die Marktdurchdringung. Noch liegt hier eine der größeren Herausforderungen: Notwendig sind neue Fertigungstechnologien und Produktionsverfahren, die zu verketteten Prozessen zusammengeführt und automatisiert werden müssen, Qualitätssicherung und Recyclingprozesse brauchen neue Bezugspunkte.

Zusätzliche Potenziale bieten dabei besonders dem Leichtbau die neueren Verfahren der additiven Fertigung (3D-Druck), die es ermöglichen, vormals produktionstechnisch undenkbar Strukturen zu fertigen. So wird eine große Chance gesehen, bionisch geformte Tragstrukturen zu reproduzieren, oder auch innere Hohlräume in geschlossenen Volumina herzustellen, die z.B. die poröse Struktur von Knochen imitieren können.

Wo ist der Markt?

Eines sollte der Ingenieur allerdings nicht aus dem Auge verlieren: zurzeit ist der Kundennutzen häufig noch eine untergeordnete Motivation, auf Leichtbau zu setzen. Bei allen Herausforderungen ist es wesentlich, die Perspektive derjenigen einzunehmen, die ein Leichtbauprodukt am Ende kaufen sollen. Denn der Endkonsument lässt sich nur über den Produktmehrwert an das Thema heranzuführen – ihn interessiert nicht, welches Material zum Einsatz kommt, und er wird für ein besonderes Material allein nicht mehr bezahlen. Es wird also nicht ausreichen, ausschließlich auf die Kosten der Materialien zu schauen.

Vielmehr ist es notwendig, in die Leistungsfähigkeit eines Produktes zu investieren, und gerade dies kann der Leichtbau besonders gut erreichen. Eine solche Produktoptimierung macht den Leichtbau für den Konsumenten sichtbar – wenn der Mehrwert für den Kunden klar wird, ist er auch bereit sein Portemonnaie eher zu zücken: Für ihn ist Leichtbau dann attraktiv, wenn dieser beispielsweise die Fahrdynamik seines Fahrzeugs verbessert und den Spritverbrauch senkt, und dabei mindestens genauso sicher ist wie vorher.

Im Leichtbau steckt eine Menge Mehrwert. Für die Kunden ein gutes Kaufargument, für Unternehmen ein guter Grund, sich dieser Technologie zuzuwenden. Leichtbau schafft gerade auch für kleine und mittlere Unternehmen einen echten Wettbewerbsvorteil und unterstützt sie dabei, neue Märkte zu erschließen.

Über den Autor: Dr. Wolfgang Seeliger ist Geschäftsführer der Leichtbau BW GmbH.

Weiterführende Studien und Themenhefte zum Leichtbau: <http://www.leichtbau-bw.de/service/publikationen.html>