

HESSEN



TECHNOLOGIELAND
HESSEN

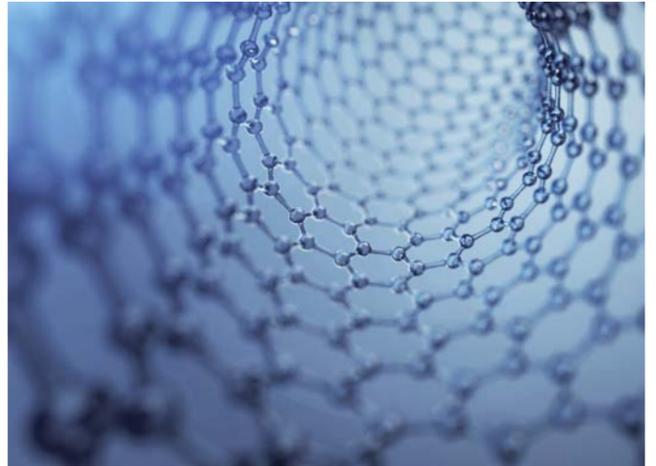
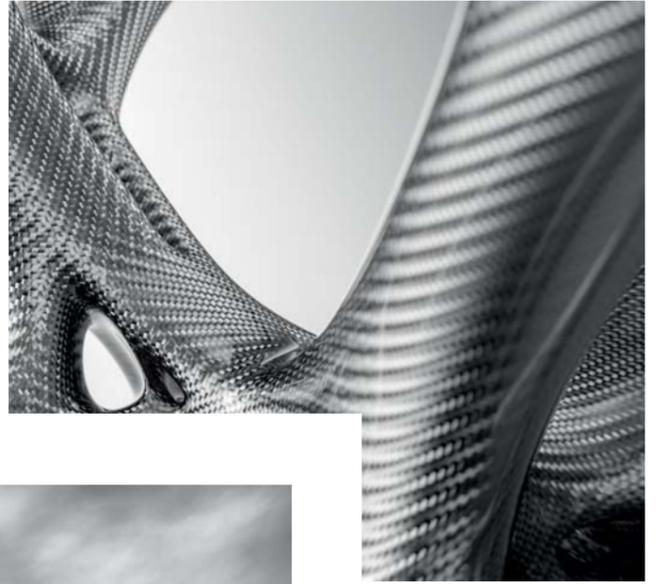


**LEICHTBAU
IN HESSEN.**



**POTENZIALE,
PROJEKTE,
AKTEURE.**





INHALT

Vorwort	1		
Kapitel 1			
Was ist Leichtbau und warum nutzt man ihn?	2-3		
Kapitel 2			
Was beeinflusst den Leichtbau und welche Formen gibt es?	4-9		
Kapitel 3			
Leichtbau im Spannungsfeld des Marktes	10-11		
Kapitel 4			
Vom intelligenten zum erfolgreichen Leichtbau - eine Frage der Kompetenz	12-15		
4.1 Kombination von Leichtbaumethoden	12		
4.2 Auf Dimensionierung und Know-how kommt es an	12-13		
4.3 Leichtbau im Fokus der gesamten Wertschöpfungskette	14		
Kapitel 5			
Potenziale des Leichtbaus in Hessen	16-23		
5.1 Die Struktur des Leichtbaumarkts	16		
5.2 Potenziale der hessischen Industrie	17-19		
- Leichtbau - Indikator für Umsatzstärke und Wachstum			
- Gehäufte Kompetenzen in Südhessen			
- Innovative Leichtbaubranchen im Fokus			
5.3 Potenziale der hessischen Forschung	20-23		
- Leichtbaukompetenzen in ganz Hessen			
- Hohes Vernetzungspotenzial von Wissenschaft und Industrie			
		Kapitel 6	
		Förderprogramme	24-27
		Leichtbaupotenziale umsetzen - Förderoptionen für F&E-Projekte	
		6.1 Förderaktivitäten des Landes Hessen	24-25
		- Neues Programm: Modellhafte F&E-Vorhaben	
		- Weitere Förderangebote: LOEWE-Förderlinie 3, Elektromobilität, Logistik und Mobilität	
		- Neues Programm: Investitionsförderprogramm PIUS-Invest	
		- Innovationskredit Hessen	
		6.2 Initiativen und Förderaktivitäten des Bundes	26-27
		- Initiative Leichtbau - Nationale und internationale Plattform für den Leichtbau in Deutschland	
		- BMBF fördert Leichtbau-Innovationen	
		Kapitel 7	
		Kompetenzprofile	28-75
		Kapitel 8	
		Netzwerke und Verbände im Leichtbau	76-82
		7.1 Regionale Netzwerke	76-79
		7.2 Überregionale Vereinigungen	80-82
		Technologieland Hessen	83
		Impressum	84-85

„Leichtbau bietet viele Ansätze für den Weg in eine nachhaltige Zukunft. Als Technologie ist er aber alles andere als leicht. Gut, dass es im Hochtechnologieland Hessen große Kompetenzen auf diesem Gebiet gibt.“

Tarek Al-Wazir
Hessischer Minister für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Landesentwicklung



VORWORT

Leichtere Fahrzeuge brauchen weniger Treibstoff, filigranere Konstruktionen weniger Material. Bei einem Passagierflugzeug wie dem A320 bedeutet eine Minderung des Eigengewichts um 100 Kilogramm eine Einsparung von rund 10.000 Litern Kerosin pro Jahr. Kein Wunder, dass Luftfahrt, Automobilbau und Transportgewerbe die großen Innovationstreiber im Leichtbau sind. Aber auch im Bauwesen, in der Medizin und anderen Branchen wird er immer bedeutsamer. Denn der Leichtbau bietet viele Ansätze für den Weg in eine nachhaltige Zukunft.

Mit Leichtigkeit in die Zukunft

Er ist jedoch auch eine technologische Herausforderung. Um leicht zu bauen, genügt es nicht, den Werkstoff auszutauschen. Schließlich hängt die Stabilität eines Produkts auch davon ab, wie Lasten verteilt sind und welche Funktionen zu erfüllen sind. Dieses komplexe Zusammenspiel erfordert großes Know-how.

Hessen kann Leichtbau

Die gute Nachricht: Im Hochtechnologieland Hessen sind wir dafür gut aufgestellt. Wir haben mehrere Hundert Unternehmen mit etablierten Leichtbautechnologien und 27 Forschungsinstitute mit ausgeprägter Leichtbaukompetenz. Wissenschaft und Industrie sind hochgradig vernetzt, und unter der Dachmarke „Technologieland Hessen“ bietet das Land attraktive Fördermöglichkeiten an.

Nutzen Sie diese Broschüre, um sich über die vielfältigen Potenziale des Leichtbaus in Hessen zu informieren, neue Ideen zu gewinnen und sich zu vernetzen.

Wir freuen uns auch auf Ihre Anregungen, um Sie bestmöglich auf Ihrem Weg begleiten zu können.

„Der schöne Geist trägt das Gewichtige leicht“, schrieb einst Friedrich Schiller. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine geistreiche und inspirierende Lektüre.

Ihr

A handwritten signature in black ink, reading "Tarek Al-Wazir". The signature is fluid and cursive.

Hessischer Minister für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Landesentwicklung

WAS IST LEICHTBAU UND WARUM NUTZT MAN IHN?

Was haben eine gotische Kathedrale, die Luftschiffe des Ferdinand von Zeppelin und ein Airbus A380 gemeinsam?

Sie alle sind herausragende Leichtbaukonstruktionen, die über den Stand der damals aktuellen Technik weit hinausweisen. Alle drei Beispiele verdeutlichen die epochenübergreifende Bedeutung des Leichtbaus und stellen zugleich Meilensteine der methodischen Herangehensweise, der Werkzeugentwicklung und der daraus entstandenen neuen Technologien und Geschäftsfelder dar.

Leichtbau versteht sich als eine Produktentwicklungskompetenz: Er umfasst den gesamten Lebenszyklus eines Produktes, von der Idee über die Materialwahl bis zum fertigen Teil. Aus Sicht des Ingenieurs ist Leichtbau die Herausforderung, „das Gewichtsminimum des Ganzen zu erzielen“, wie Heinrich Hertel im Standardwerk Leichtbau formuliert hat. „Was nur dadurch zu erreichen ist, dass jedes Einzelteil nur ein Minimum an Gewicht erfordert oder zum Minimum einer größeren Einheit optimal beiträgt.“¹

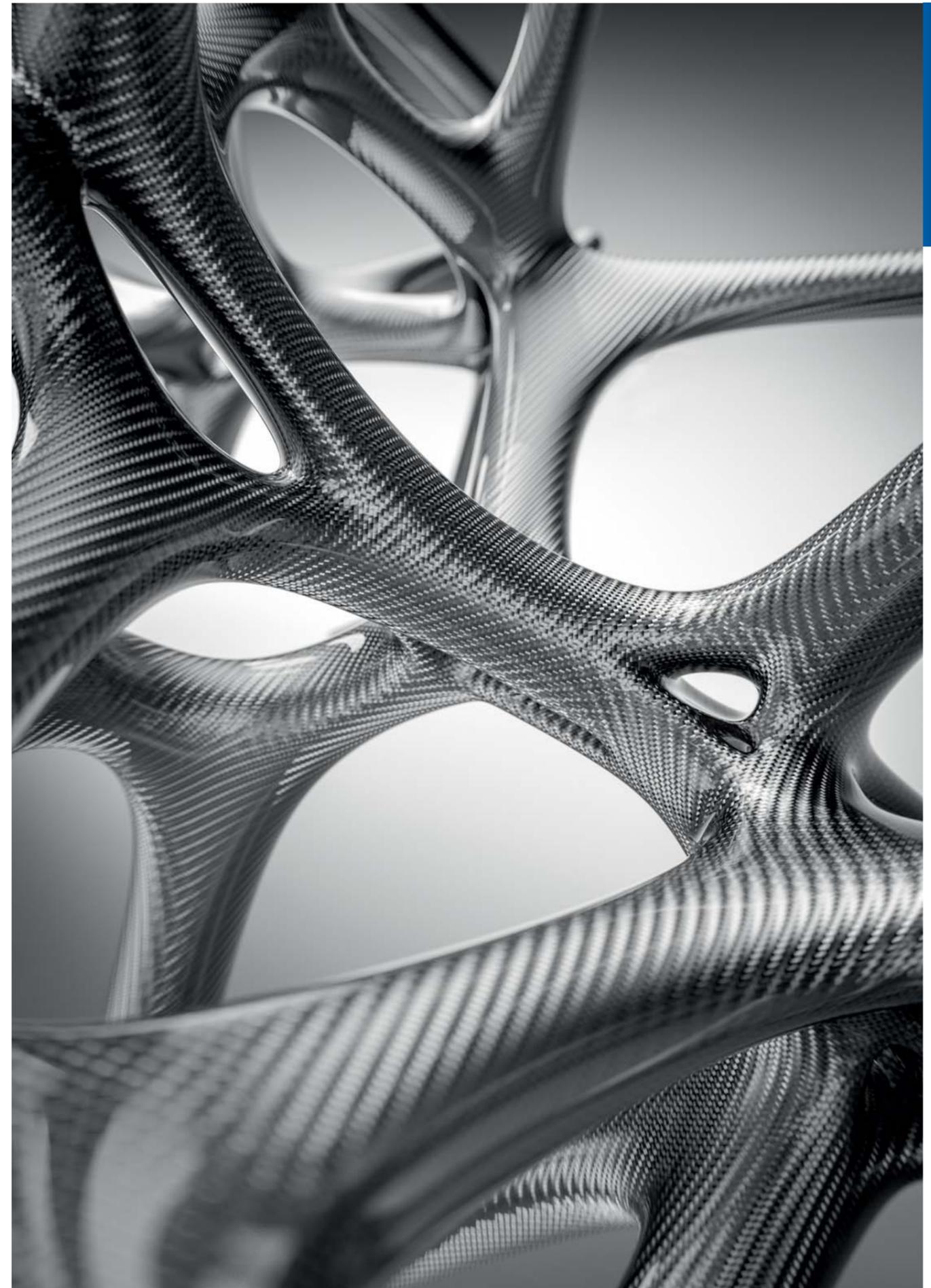
Leichtbau bedeutet minimales Eigengewicht² bei gegebener Funktionalität. Solange die Bauteilkosten nicht anwachsen und Eignung oder Funktion des Bauteils nicht gemindert werden, muss diese Idee im Grunde nicht weiter für ihre Umsetzung werben. Höhere Kosten sind allerdings erst gerechtfertigt, wenn der Leichtbau andere Einsparungen oder Vorteile bringt.³

Gründe hierfür können nach Niemann sein:

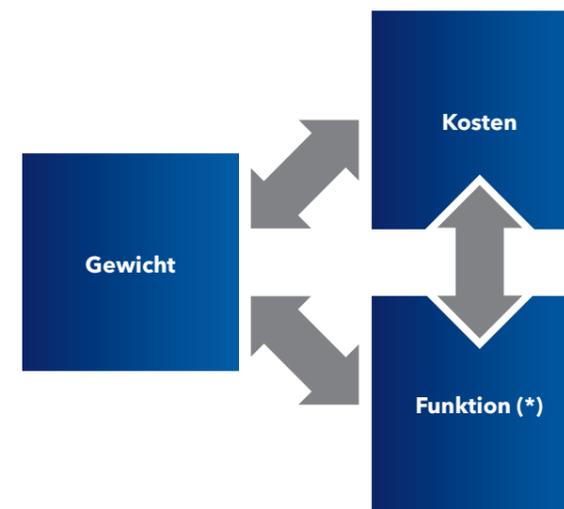
- Andere Bauteile können beachtlich entlastet und entsprechend leichter gestaltet werden.
- Die Gewichtsreduktion ermöglicht eine größere Nutzlast bei gleichem Gesamtgewicht (Transportfahrzeug).
- Laufende, variable und gegebenenfalls fixe Betriebskosten können verringert werden (zum Beispiel bei Flugzeugen, Fahrzeugen und bewegten Maschinen).
- Die Bedienung oder Beförderung wird erleichtert (zum Beispiel Reisegepäck, Haushalts- und Sportgeräte, Verpackung und Elektronik).
- Eine Konstruktion wird durch den Leichtbau überhaupt erst möglich (zum Beispiel bei Windkraft, Brückenbau, Luft- und Raumfahrt).
- Steuerliche Vorteile sind durch eine bessere Ökobilanz realisierbar (zum Beispiel, wenn der CO₂-Ausstoß durch einen geringeren Kraftstoffverbrauch sinkt).

Diese Einsparungen gehören zu den Potenzialen des Leichtbaus und können – je nach Einsatzfeld – für ein Unternehmen wichtige Wettbewerbsvorteile bieten.

¹ Heinrich Hertel: Leichtbau, ISBN 3-540-09765-1, Springer-Verlag 1980
² Minimales Eigengewicht kann hier auch in Form von Ressourcenschonung gedacht werden.
³ Gustav Niemann: Maschinenelemente, ISBN 3-540-06809-0, Springer Verlag 1981



2 WAS BEEINFLUSST DEN LEICHTBAU UND WELCHE FORMEN GIBT ES?



(* Funktion wie z. B.: Statische und dynamische Steifigkeit & Festigkeit, Crash- & Deformationsverhalten, Energieabsorption

Abbildung 1: Spannungsfelder des Leichtbaus in der Konstruktion (nach Fraunhofer LBF)

Die Strukturmechanik beschreibt den Leichtbau als eine Optimierungsart, die Gewichtsminderung zu akzeptablen Kosten realisiert und zugleich Funktionen wie hinreichende Steifigkeit und Festigkeit berücksichtigt.

Der Leichtbau bewegt sich im Spannungsfeld von Funktion, Gewicht und Kosten. Je nach gewünschter mechanischer Funktion eines Bauteils müssen geeignete Werkstoffe und Parameter wie Geometrie und Bauweise definiert werden. Sie gewährleisten, dass die entwickelten Bauteile und Konstruktionen ihre Funktionen über die gesamte Einsatzdauer hinweg sicher erfüllen können.⁴

Faktoren wie die Steifigkeit einer Konstruktion werden durch Entwurfsparameter bestimmt, darunter die Materialwahl, Formgebung und Bauweise.⁵ Indirekt wirken auch die entstehenden Kosten auf diese Faktoren ein.

Darüber hinaus erfordert eine hinreichende Festigkeit eine materialgerechte Bauteilauslegung, die dem Stand der Technik entspricht. Die Auslegung berücksichtigt die Werkstoffe, die konstruktive Formgebung und die jeweiligen mechanischen Belastungen. Außerdem bezieht sie Umweltbedingungen wie Temperatur, Feuchte und Medien ein.⁶

Wie hoch der vertretbare Optimierungsgrad des jeweiligen Bauteils ist, hängt ab vom Zeit- und Kostenaufwand während des Auslegungsprozesses, von den Aufwendungen für Material und Bauweise sowie vom gewählten Produktionsprozess.

Büter⁶ unterteilt die verschiedenen Formen des Leichtbaus nach Optimierungsschwerpunkten:

- Anforderungsleichtbau bedeutet die Beschränkung auf wirklich notwendige Anforderungen. Bei den Lasten müssen dafür zum Beispiel Lasthöhe, Laststreuung und die Auftretenshäufigkeit genau bekannt sein. Für die Auslegung eines Bauteils gilt: Je genauer die Lasten und die Tragfähigkeit der Konstruktion bekannt sind, desto leichter wird das Bauteil (Betriebsfester Leichtbau).
- Beim Material- oder Werkstoffleichtbau steht die Optimierung von Materialien (Substitution) im Mittelpunkt. Hier kommen die gewichtsbezogenen Materialeigenschaften und eine werkstoffgerechte beziehungsweise prozessgerechte Auslegung⁷ zum Tragen.

⁴ Andreas Büter: Immer ein ökonomischer Kompromiss: Leichtbau, S. 56 ff., Internationales Verkehrswesen (64) 2 /2012

⁵ Die Bauweise beschreibt hier die festgelegte Anordnung von lasttragenden Konstruktionselementen.

⁶ Andreas Büter: Immer ein ökonomischer Kompromiss: Leichtbau, S. 56 ff., Internationales Verkehrswesen (64) 2 /2012

⁷ Der Fertigungsprozess beeinflusst die lokalen Materialeigenschaften. Durch eine „integrative Simulation“ kann das berücksichtigt werden.

Gütekennzahlen beschreiben die allgemeine Leichtbaueignung durch spezifische Werte

	Eigenschaft	Gütekennzahl	Al-Leg.	Magnesium	Stahl	CFK	Thermoplast	Holz (Kiefer)
1	Statische Festigkeit (Zug)	$\frac{\sigma_{zul}}{\rho}$	1,00	0,81	1,19	5,39	1,19	1,40
2	Längssteifigkeit	$\frac{E}{\rho}$	1,00	0,82	1,00	1,60	0,27	0,60
3	Knicksteifigkeit (Stab)	$\frac{\sqrt{E}}{\rho}$	1,00	1,12	0,58	1,57	0,73	1,61
4	Beul- & Biegesteifigkeit (Platte)	$\frac{\sqrt[3]{E}}{\rho}$	1,00	1,24	0,49	1,56	1,00	2,24
5	Elastisches Arbeitsvermögen	$\frac{\sigma_p^2}{E \cdot \rho}$	1,00	0,79	1,43	18,15	5,17	3,23
6	Schwingfestigkeit (R=-1, Kt=2,5)	$\frac{\sigma_a}{\rho}$	1,00	1,67	1,36	8,59	1,27	3,38*

* ohne Kerbe (Kt=1)

Abbildung 2: Auf Aluminium bezogene dichtespezifische Eigenschaften verschiedener Materialien. Größere Zahlenwerte bedeuten ein größeres Leichtbaupotenzial.

Abhängig von den gewünschten, im Auslegungsprozess ermittelten Anforderungen an das Material, stehen verschiedene Materialklassen mit unterschiedlichen, dichtebezogenen mechanischen Eigenschaften zur Verfügung (Abbildung 2).

Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) eignen sich besonders für große, schlanke, dünnwandige Strukturen mit eher einfachen Geometrien (wie Schalen, Drucktanks und Stäbe/Balken). Für Bauteile mit einer komplexen Formgebung sind besonders Metalle oder kurz- und langfaserverstärkte Kunststoffe geeignet.

Gerade die Kombination verschiedener Werkstoffe in einem Bauteil (Materialhybride) ermöglicht es dem Konstrukteur, gezielt verschiedene Materialeigenschaften zu nutzen. Dabei folgt er dem Prinzip: Das richtige Material an der richtigen Stelle.

Der Einsatz von Materialhybriden ist aber mit neuen Herausforderungen verbunden. Konstrukteure müssen unter anderem geeignete Fügeverfahren wählen, das spätere Recycling (Trennen der Materialien) einbeziehen und die Begünstigung von Korrosionsprozessen (Elektrolyse) beachten. Sie müssen auch die Gefahr der Rissbildung durch Eigenspannungen berücksichtigen, die aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnungskoeffizienten entstehen.

Ein Beispiel für Hybrid-Leichtbau zeigt Abbildung 3: Das EU-Projekt „epsilon“ entwickelte eine Leichtbauhinterachse in CFK-Metall-Hybridbauweise, deren Gewicht gegenüber einer reinen Metallachse um circa 35 Prozent reduziert werden konnte.



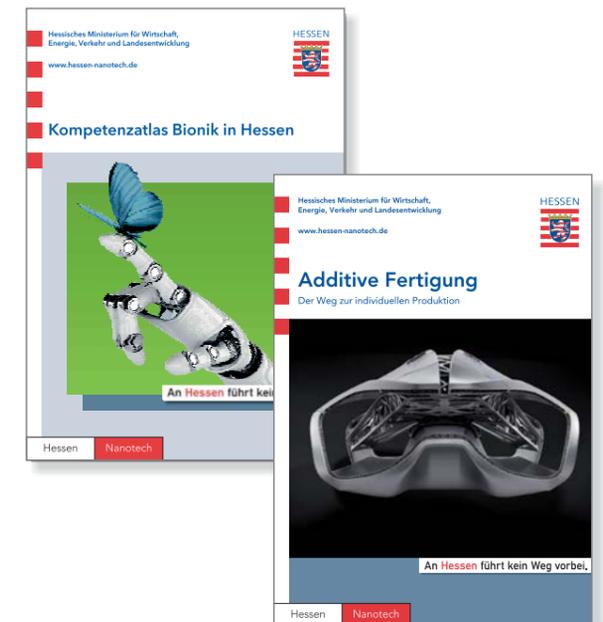
Abbildung 3: Durch die im EU-Projekt „epsilon“ entwickelte Leichtbau-Hybrid-Hinterachse aus Metall und carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) konnte das Gewicht um rund 35 Prozent reduziert werden. (Bild: Fraunhofer LBF)

- Der Formleichtbau hat das Ziel, die optimale Form für ein Bauteil oder die optimale Bauweise für ein Struktursystem zu finden. Formgebung und Anordnung von lasttragenden Konstruktionselementen bestimmen stark die Steifigkeit einer Struktur oder eines Struktursystems. Mehr und mehr greift man bei der sogenannten Topologieoptimierung auf bionische Prinzipien zurück. In der Bionik steht die Natur bei der Lösung technischer Herausforderungen Pate. Sie liefert viele Ansätze, dank derer die Fähigkeit optimiert werden kann, Lasten zu tragen. Die zur Verfügung stehenden Fertigungstechniken bestimmen, ob und wie Formleichtbau realisiert werden kann. Daher ist die Formoptimierung fest mit dem Fertigungsleichtbau verknüpft.

Durch die Möglichkeiten der additiven Fertigung gewinnt die Anwendung bionischer Prinzipien bei der Gestaltung zunehmend an Bedeutung. Ein Beispiel ist das Konzeptfahrzeug der EDAG AG, dessen lasttragende Struktur bionisch optimiert und additiv gefertigt wurde.



Abbildung 4: Die Natur in Form eines Schildkrötenpanzers stand Pate bei der Entwicklung des Konzeptfahrzeuges EDAG Soulmate (2016). (Bild: EDAG Engineering GmbH)



Publikationen zur Bionik und Additiven Fertigung finden Sie auf www.technologieland-hessen.de

- Der Fertigungsleichtbau orientiert sich bei Optimierungen an den Erfordernissen einer qualitativ hochwertigen Fertigung. Die verfügbaren Fertigungs- und Fügetechniken legen fest, ob eine gewünschte Form realisierbar ist. Außerdem bestimmen sie über die lokalen Materialeigenschaften des Bauteils sowie über Qualität und Tragfähigkeit der Struktur. Das Ziel ist, jenes Fertigungs- und Fügeverfahren zu wählen, mit dem sich kostengünstig die gewünschte gewichtsoptimale Form bei maximaler Tragfähigkeit realisieren lässt. Die Qualität kann dabei über zerstörungsfreie und zerstörende Prüfverfahren quantifiziert werden. Eine werkzeug- und prozessgerechte Konstruktion reduziert die Fertigungskosten, die ein wichtiges Entscheidungskriterium für die Umsetzung der Leichtbauoptimierung darstellen.
- Der funktionsintegrierte Leichtbau ist eine Sonderform des Leichtbaus, der verschiedene Funktionen in ein Bauteil integriert und so Gewicht spart. Funktionsintegration meint hier die Zusammenfassung mehrerer passiver, aktiver oder sensorischer Funktionen in einem Bauteil. Die Integration erfolgt idealerweise in einer Verschmelzbauweise⁸, wird also bereits bei der Auslegung berücksichtigt. Das Bauteil selbst wird dadurch komplexer, die Anzahl der Bauteile in der Konstruktion aber geringer. Auf der Systemebene spart die Funktionsintegration Kosten, Montageaufwand, Bauraum und Gewicht.

Ein treffendes Beispiel ist das Faserverbund-Rotorblatt des Airbus Helicopters H135. Drehlager, Schlag- und Schwenkgelenke wurden als Festkörpergelenke in eine verwindungsweiche Rotorblattwurzel aus Faser-Kunststoff-Verbund integriert. Durch diese Maßnahme wurde der Rotorkopf des H135 leichter und mit besserer Aerodynamik realisiert.

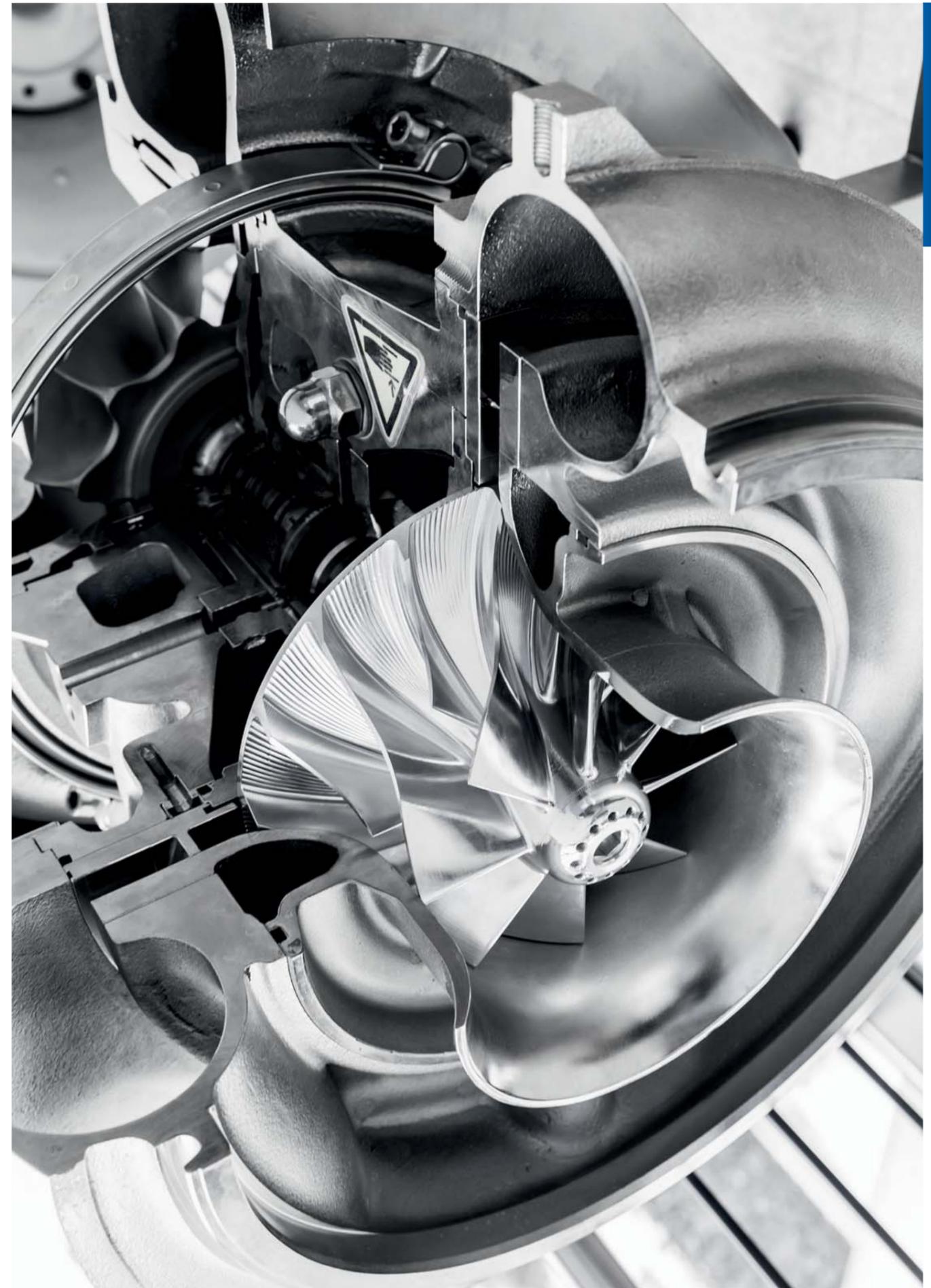


Abbildung 5: Leichtbau durch Funktionsintegration - Lager- und gelenkloser Rotor des Airbus Hubschraubers H135 (vormals EC135, unten) im Vergleich zum voll gelenkigen Rotor. (Bild oben: „Airbus“)



(Bild: Burkhard Domke)

⁸ Verschmelzbauweise: integrierende Bauweise aus verbundenen Einzelelementen. Die Strukturkomponenten werden zwar auch aus einer großen Zahl von Einzelteilen zusammengesetzt, die Verbindung erfolgt jedoch so, dass für das fertige Teil durch das Fügen keinerlei oder wenige Nachteile in Form von Kerbwirkung oder Vorspannungen entstehen.



LEICHTBAU IM SPANNUNGSFELD DES MARKTES

Erwägt ein Unternehmen in den Leichtbau einzusteigen, sind die Kosten stets das größte Hemmnis. Optimierungen sind häufig mit höheren Entwicklungskosten verbunden, denn sie führen zu komplexeren Geometrien und höheren Ausgaben in der Fertigung. Alle entstandenen Kosten müssen sich aber letztlich beim Verkauf eines Produktes wieder erwirtschaften lassen. Ein Unternehmen muss sich daher fragen: Wie viel mehr ist der Kunde bereit, für ein leichteres Produkt zu zahlen? Diese grundlegende Frage erzeugt ein Spannungsfeld zwischen Technologie, Kosten und Ressourceneffizienz, das bei der Entscheidung überwunden werden muss.

- Technologie umfasst in diesem Zusammenhang das spezielle Know-how bei der Entwicklungsmethodik⁹ (Konstruktions- und Auslegungsmethode), beim Material¹⁰ und bei den Fertigungsverfahren¹¹. Das bestätigt auch die Bedeutung des aktuellen Trendthemas Industrie 4.0. Expertenwissen und der technische Innovationsgrad sind wichtige Aspekte der Technologie. Sie entscheiden darüber, ob und wie Leichtbau realisiert werden kann. Damit sichern sie den technischen Vorsprung und die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens.
- Die Kosten umfassen in diesem Zusammenhang Aufwendungen wie Material-, Entwicklungs-, Investitions- und Personalkosten. Ihnen gegenüber steht das Image¹². Es definiert sich über das Design oder den Nutzen des Produktes sowie über den Status der Herstellermarke. Das Image erzeugt beim Kunden eine idealtypische Vorstellung des Produktes, die im Optimalfall den Anreiz schafft, mehr dafür zu zahlen.

Das Image von Carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) definiert sich beispielsweise durch den Nutzen, besonders leicht zu sein. Wie in anderen Bereichen gilt auch für den Leichtbau: Die Kosten müssen in Relation zur Vermarktbarkeit des Produktes stehen. Entscheidet sich ein Unternehmen für Investitionen in den Leichtbau, muss sich das über den höheren Verkaufspreis rentieren.

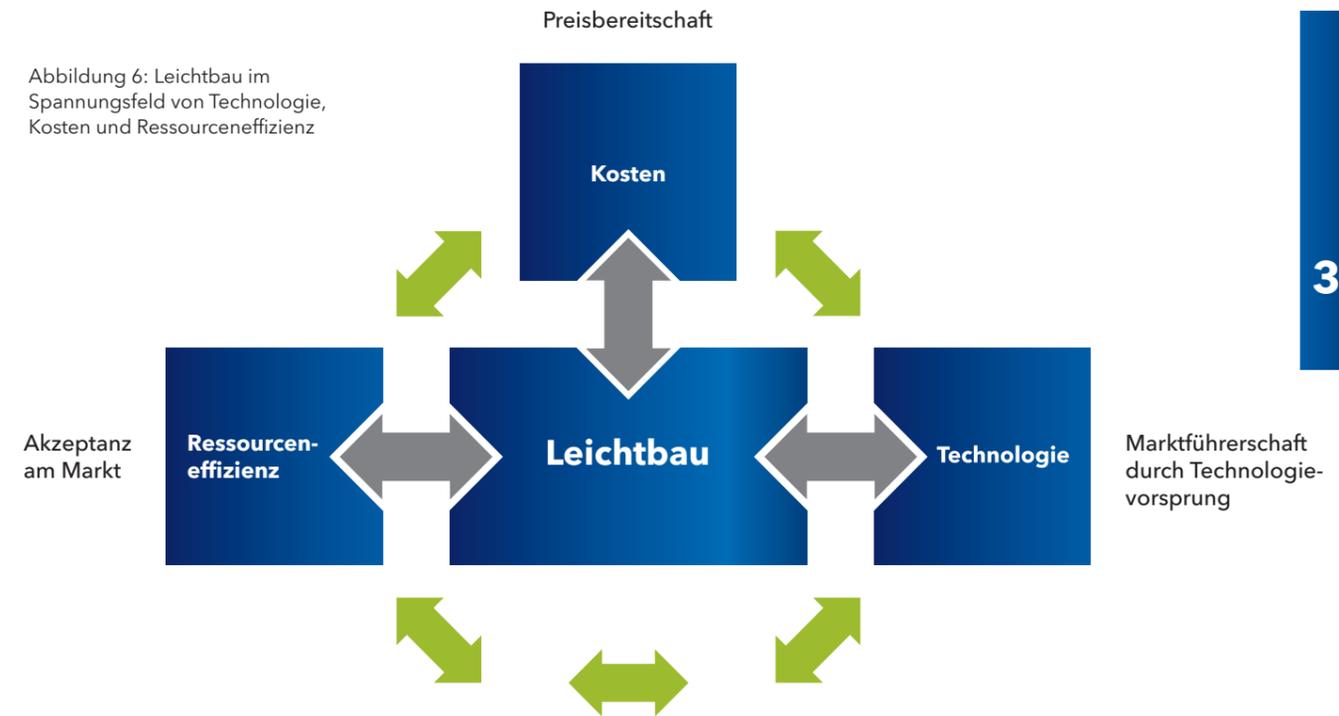


Durch den Marketingansatz „Technische Performance sichtbar machen“ oder „Leichtbau mit Design“ steht der eigentliche Leichtbau nicht im Vordergrund. Design, optische Performance beeinflussen hier Kaufentscheidungen stärker als Gewicht oder ökonomischer Nutzen. Bei Sportwagen sind Kunden bereit, beispielsweise für CFK („Sichtcarbon“) im Bereich des Armaturenbrettes oder der Auspuffanlage, für PKW-Türverkleidungen aus CFK-Gewebe, einen höheren Preis zu bezahlen.

- Ressourceneffizienz meint einerseits den qualitativen Kundennutzen durch Leichtbau, zu dem höhere Nutzlasten, leichtere Bedienung oder geringerer CO₂-Ausstoß zählen. Auf der anderen Seite entspricht Ressourceneffizienz der gesellschaftlichen und politischen Forderung nach einem verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen wie Energie und Materialien. Deshalb spielt hier auch eine gute Recyclierbarkeit eine wichtige Rolle (Abbildung 7).

⁹ Beispiele: bionische Auslegungsmethoden, Integrative Simulation, Adaptronik
¹⁰ Beispiele: Faserverbundwerkstoffe, Nanotechnologie
¹¹ Beispiel: Additive Fertigungsverfahren
¹² Beispiel: Made in Germany

Abbildung 6: Leichtbau im Spannungsfeld von Technologie, Kosten und Ressourceneffizienz



Der Lebenszyklus umfasst alle Existenzphasen des Produktes, von der Idee bis zur Entsorgung. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, welche wichtige Rolle die Technologie für den Leichtbau spielt: Angepasste Fertigungsverfahren erschließen Leichtbaupotenziale und angepasste Auslegungsverfahren optimieren das Design. Beides kann zu Beginn des Lebenszyklus einen erhöhten Ressourceneinsatz erfordern, führt dafür aber dank der Gewichtsreduktion in der Nutzungsphase zu Energieeinsparungen. Schon im Konstruktionsprozess beeinflussen Materialwahl und Montage die Recyclebarkeit sowie den Aufwand, der für das Recycling betrieben werden muss (design for recycling).

Jedes Material hat seine Besonderheiten. Deshalb müssen die Entwickler einerseits an den richtigen Stellen richtige Materialien und geeignete Verbindungstechniken verwenden. Andererseits müssen sie einen Kompromiss für die sogenannten Multi-Materialsysteme¹⁴ finden. Sie gelten als schwer recyclebar, weil ihre verschiedenen Materialien getrennt werden müssen. Der Nutzen sollte dabei im Verhältnis zum Ressourceneinsatz immer so hoch sein, dass es über den Lebenszyklus hinweg zu einer Ressourceneinsparung kommt.

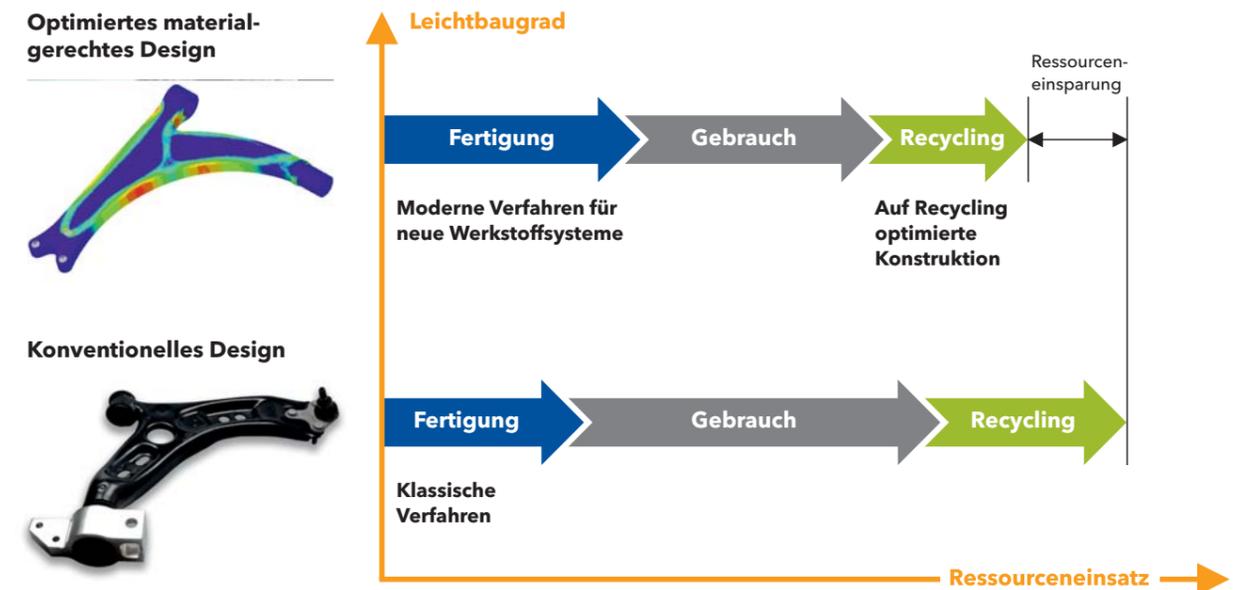


Abbildung 7: Leichtbau im Lebenszyklus - der erforderliche Ressourceneinsatz verschiedener Konstruktionen¹³

¹³ Andreas Büter: Leicht Konstruieren, S. 18, K-Magazin 1/2017
¹⁴ Multi-Materialsysteme bestehen aus mehreren Materialien, zum Beispiel Stahlbeton.

4 VOM INTELLIGENTEN ZUM ERFOLGREICHEN LEICHTBAU – EINE FRAGE DER KOMPETENZ

Um alle Potenziale zu erschließen, betrachtet Leichtbau den gesamten Produktentwicklungsprozess und vernetzt die erforderlichen Kompetenzen, indem er alle Experten zusammenbringt, die zur Lösung eines Problems nötig sind. Nach Heinrich Hertels Definition für Leichtbau ist das Gewichtsminimum des Ganzen dann zu erzielen, wenn jedes Bauteil nur ein Minimum an Gewicht erfordert¹⁵. Um dieses Vorhaben erfolgreich umzusetzen, muss jeder Prozessschritt in die Optimierungsmethoden einbezogen werden und optimal zu diesem Minimum beitragen. Die Weiterentwicklung von Konstruktions- und Berechnungsverfahren, die Erprobung neuer Fertigungsverfahren und die Anpassung von Prüfmethoden schaffen so immer neue Möglichkeiten, Leichtbaupotenziale zu erschließen.¹⁶

4.1 Kombination von Leichtbaumethoden

Häufig werden Leichtbaupotenziale nicht voll ausgeschöpft, weil im Entwicklungsprozess nicht das Ganze, sondern lediglich einzelne Optimierungsaspekte im Fokus stehen. Beispielsweise werden vorwiegend Materialsubstitute eingesetzt, um Gewicht zu minimieren. Das greift allerdings zu kurz: Ein werkstoffgerechter, intelligenter Leichtbau legt bei der Konstruktion und Auslegung experimentell verifizierte Materialdaten zugrunde. Er berücksichtigt neben Fertigungs- und Montageanforderungen auch das Recycling.¹⁶ Die Integration von zusätzlichen Funktionen in ein Bauteil ist ein entsprechender Lösungsansatz (Beispiel siehe Seite 8, Abbildung 5). Er findet zunehmend in der Praxis Anwendung, da er den Montageaufwand reduziert und das damit verbundene Gewicht einspart.

In Zukunft muss intelligenter Leichtbau stets über gesicherte Lastdaten verfügen und die wirklich notwendigen Anforderungen kennen. Auf dieser Basis muss er Form und Material der Struktur so berechnen, dass ein Bauteil seine Funktionen erfüllt und zu den gewünschten Kosten hergestellt und montiert werden kann. Dieses Vorgehen wird als Material- und Formleichtbau bezeichnet. Das gewählte Fertigungsverfahren sollte in der

Lage sein, ein passgenaues Bauteil in der gewünschten Menge und Qualität sowie zum gewünschten Preis zu fertigen (Fertigungsleichtbau).¹⁶

Die additive Fertigung schafft hierbei neue Möglichkeiten, um auch komplex geformte Bauteile zu realisieren – wie sie etwa durch eine bionische Optimierung¹⁷ entstehen. Auch Teile aus Leichtbaumaterialien wie Titan, die mit herkömmlichen Verfahren sehr aufwendig herzustellen sind, lassen sich in additiver Fertigung günstiger produzieren.

4.2 Auf Dimensionierung und Know-how kommt es an

Die Qualität eines Bauteils bestimmt den Erfolg eines Leichtbauvorhabens. Qualität definiert sich hierbei zum Beispiel nach dem Zeitpunkt, zu dem ein Bauteil seine Funktion nicht mehr richtig erfüllen kann oder vollständig versagt. Wann dieser Zeitpunkt eintritt, ergibt sich bei Faktoren wie Festigkeit und Steifigkeit aus der Material- und Fertigungsstreuung.

Diese Streuungen werden bei der rechnerischen Auslegung eines Bauteils über einen so genannten Sicherheitsfaktor berücksichtigt. Je kleiner die Streuungen, also die Abweichungen vom Sollwert, desto kleiner fällt der Sicherheitsfaktor aus. Je kleiner der Sicherheitsfaktor ist, desto geringer kann wiederum die Wand- oder Materialstärke am Bauteil sein, ohne dessen Festigkeit zu beeinträchtigen.

¹⁵ Heinrich Hertel: Leichtbau, ISBN 3-540-09765-1, Springer-Verlag 1980
¹⁶ Andreas Büter: Leicht Konstruieren, S.18, K-Magazin 1/2017
¹⁷ Bionische Optimierung bezeichnet die strukturelle Optimierung technischer Bauteile mit Hilfe biologischer Wachstums-gesetze. (VDI 6224 Blatt 2, 2012)



Für Primärkomponenten (Sicherheitsbauteile) reicht die reine rechnerische Auslegung allerdings häufig nicht aus. Die Ausfallwahrscheinlichkeit eines Bauteils muss experimentell nachgewiesen werden. Diese Nachweisversuche gehören bei derartigen Bauteilen zum Produktentwicklungsprozess. Gerade bei Kunststoffbauteilen sind sie zum Nachweis der Schadenstoleranz stark mit Strukturüberwachungskonzepten verknüpft. Integrierte Last- und Strukturüberwachungssysteme (Structural Health Monitoring, SHM) helfen dabei, Betriebslasten und Schädigungen im laufenden Betrieb zu detektieren. So können unzulässige Veränderungen rechtzeitig erfasst und geschädigte Strukturkomponenten repariert oder ausgetauscht werden.¹⁶

Wie dargestellt, hat die prozessbedingte Fertigungsqualität einen direkten Einfluss auf den Leichtbau. Beispielsweise müssen bei der Dimensionierung ungewollte Dickenschwankungen, schlechte Oberflächenqualitäten oder Porenbildung berücksichtigt werden.

Um Leichtbau-Experten besser zu vernetzen, hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie zusammen mit Partnern eine Internetdatenbank entwickelt (www.leichtbauatlas.de). Sie ermöglicht den Nutzern der Datenbank, passende Kompetenzen zu finden und selbst gefunden zu werden.

Unter <https://go.leichtbauatlas.de/de/HE> finden Sie Leichtbaukompetenzen¹⁸ in und um Hessen.

¹⁸ Wenn Sie sich einbringen, können Sie auch gefunden werden.

Eine Fertigungsüberwachung durch In-Line-Monitoring reduziert die Fertigungsstreuung, zum Beispiel indem sie sensorische Systeme in den Fertigungsprozess integriert. Das zeigt, dass auch die Industrie 4.0 einen positiven Beitrag zum Leichtbau leisten kann. Sie schafft die Grundlage für eine transparente Datenplattform, mit der sich frühzeitig gesicherte Materialdaten und deren Streuung bereitstellen lassen. Eine solche Plattform soll der Materials Data Space bieten, den der Fraunhofer-Verbund MATERIALS derzeit entwickelt. Damit können künftige Leichtbauvorhaben antizipieren, welche Materialien einsetzbar sind, und so die Qualität der Bauteilbemessung steigern.¹⁶

Hieraus wird deutlich, dass intelligenter Leichtbau eine gute Vernetzung und den konstruktiven Austausch verschiedener Akteure und Wissensträger voraussetzt.



www.leichtbauatlas.de

4.3 Leichtbau im Fokus der gesamten Wertschöpfungskette

Erfolgreich kann letztlich nur ein marktfähiges Produkt sein. Diesen Weg beim Leichtbau zu beschreiten, ist eine strategische Entscheidung, bei der Kosten und Nutzen abzuwägen sind. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass ein solcher Know-how-Aufbau die Wettbewerbsfähigkeit steigert.

Neben den verschiedenen Leichtbaubranchen gibt es auch Leichtbau-Forschung, in der man zwischen Grundlagenforschung¹⁹ und angewandter Forschung²⁰ unterscheidet. Forschung und Lehre spielen eine Schlüsselrolle für die Leichtbaubranchen in Hessen.

Als Lehr- und Ausbildungsstätten für Nachwuchsengeure und -wissenschaftler stellen sie die zukünftigen Fachkräfte für deutsche und hessische Unternehmen bereit. Als Forschungseinrichtungen widmen sie sich aktuellen Problemstellungen. Oft entwickeln sie in Kooperation mit Industrieunternehmen vorhandene Technologien weiter, erschließen neue Betätigungsfelder und schaffen somit Wachstum für das Hochlohnland Deutschland, das zunehmend globalem Wettbewerb ausgesetzt ist.

Die Forschung findet in der Regel an Hochschulen und Universitäten, in Großforschungseinrichtungen oder bei Forschungsdienstleistern statt. Es lassen sich in der Forschung drei Ebenen unterscheiden:

- Die Grundlagenforschung zeigt auf, was möglich ist. Sie erarbeitet inspirierende Lösungen für zukünftige Probleme und Herausforderungen und weist auf aktuelle Grenzen hin. Bei der Grundlagenforschung stehen Idee und neue Technologie noch ganz am Anfang: Das Entwicklungsrisiko ist vergleichsweise hoch und der Weg zum Produkt noch weit. Meistens hält dieser Umstand Industrieunternehmen davon ab, in der Grundlagenforschung aktiv zu werden. Dennoch ist dieser Forschungsbereich sehr wichtig, da er

neue Anwendungsfelder erschließt und den Weg zu innovativen Lösungen ebnet. Unternehmen, die das Risiko eingehen, können sich im Idealfall einen Technologievorsprung erarbeiten.

- Die eher lösungsorientierte angewandte Forschung zeigt auf, wie Vorhaben konkret zu realisieren sind. Eventuell werden sogar schon erste Prototypen gefertigt. Die angewandte Forschung beginnt mit einer Problemstellung, die an künftige Produkte oder Technologien gekoppelt ist. Eine Zusammenarbeit mit den Anwendern aus der Industrie ist daher besonders sinnvoll. Das Entwicklungsrisiko ist geringer als bei der Grundlagenforschung, da die Möglichkeiten bereits im Labor demonstriert wurden. In dieser Phase geht es darum, den Weg für ein neues Produkt zu bereiten. Das motiviert innovative Industrieunternehmen in der Regel, sich einzubringen und finanziell zu beteiligen. Angewandte Forschungsprojekte sind das Gros der aktuellen Forschungsaktivitäten.
- Die Produktentwicklung (industrielle Forschung und Entwicklung) ist der Weg bis zum vermarktbareren Produkt. Diese Aufgabe übernimmt in der Regel die Industrie, die allerdings in Form von Auftragsforschung häufig Unterstützung von Forschungseinrichtungen erhält. Leichtbau als Produktentwicklungskompetenz ist wesentlicher Teil der industriellen Forschung. Der Erfolg des Leichtbaus und das Image Deutschlands als Hochtechnologiestandort hängen davon ab, dass unterschiedliche Akteure auf diesem Feld interagieren. Leichtbaumethoden müssen kontinuierlich weiterentwickelt und durch Grundlagenforschung und angewandte Forschung realisiert werden.

¹⁹ Grundlagenforschung:
zum Beispiel Entwicklung bis zu einem Labordemonstrator

²⁰ Angewandte Forschung:
zum Beispiel Entwicklung vom Labordemonstrator bis zu einem ersten Prototyp

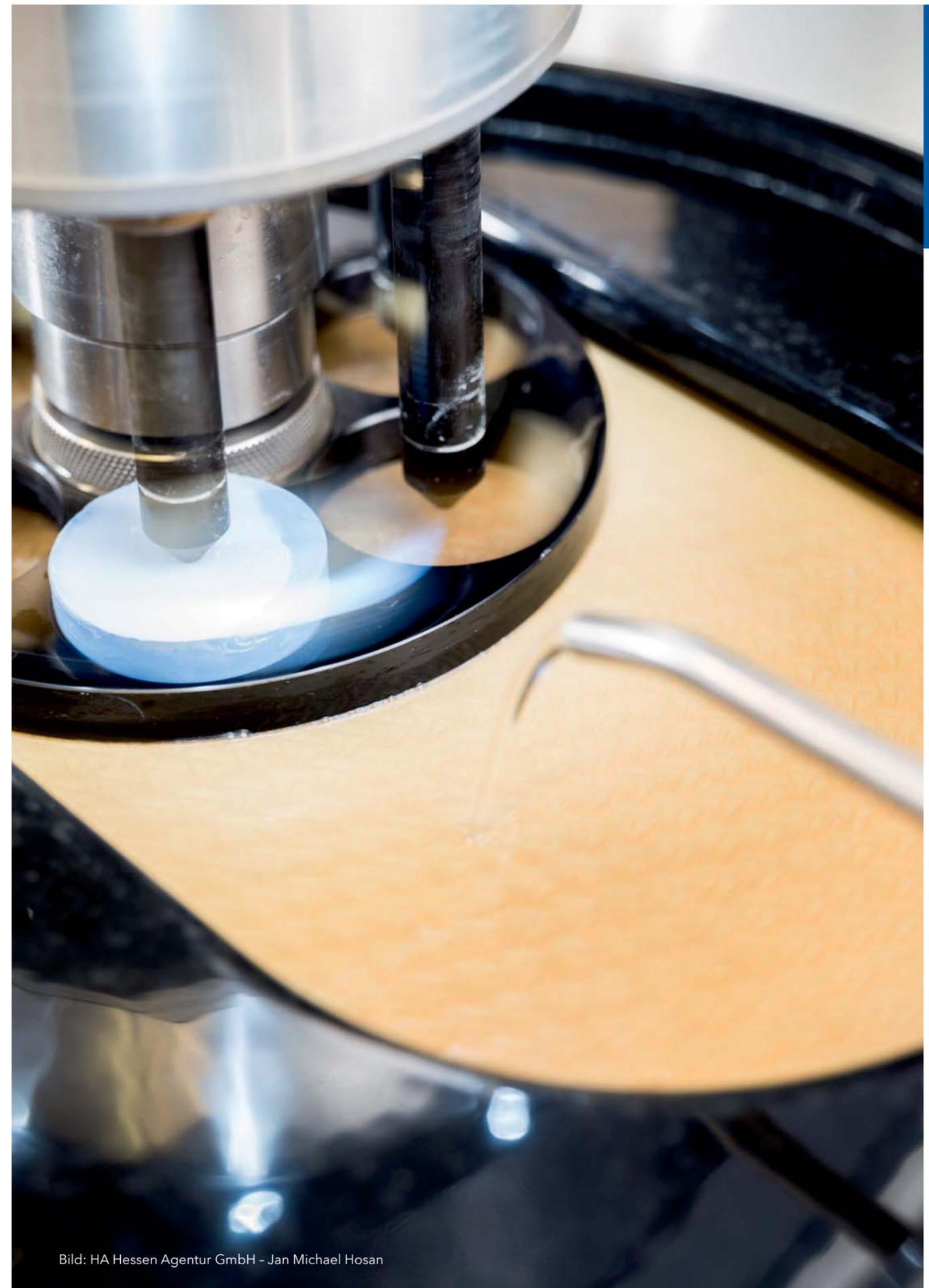


Bild: HA Hessen Agentur GmbH - Jan Michael Hosan

POTENZIALE DES LEICHTBAUS IN HESSEN



5.1 Die Struktur des Leichtbaumarkts

Das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF hat im Rahmen einer Studie die Leichtbauaktivitäten der hessischen Unternehmens- und Forschungslandschaft untersucht. Ziel der Studie war, bestehende Aktivitäten und künftige Potenziale in der Querschnittstechnologie Leichtbau zu ermitteln. Zu den untersuchten Leichtbauaktivitäten zählen in erster Linie diese drei Handlungsfelder:

- Methoden und Konstruktionsprinzipien
- Herstellung von Leichtbaumaterialien, zum Beispiel Faserverbundwerkstoffen, und Halbzeugen
- Herstellung von Maschinen: von deren Bearbeitung bis hin zur Fertigung von Bauteilen und Produkten, in denen Leichtbaumaterialien Anwendung finden.

Vor diesem Hintergrund lassen sich sowohl Angebote von Unternehmen als auch Forschungseinrichtungen in spezifische Anbieter- und Anwenderbranchen für den Leichtbau unterteilen:

- Leichtbauanbieter sind alle Hersteller und Zulieferer, deren Materialien und Halbzeuge für leichtgewichtige Komponenten und Endprodukte verwendet werden. Hierzu zählen auch Methoden und Werkzeuge, die der Entwicklung und Konstruktion von Leichtbauprodukten dienen. Zu den wichtigsten Leichtbau-Anbieterbranchen in Hessen gehören die Chemie- und Kunststoffindustrie, die Glas-, Keramik- und Baustoffindustrie sowie der Sektor der Ingenieurdienstleister.
- Leichtbauanwender hingegen verarbeiten diese Materialien und Halbzeuge in ihren Produkten weiter. Oder sie wenden leichtbauspezifische Auslegungs- und Konstruktionsprinzipien an, um

Produkte zu entwickeln. Zu den wichtigsten Anwenderbranchen in Hessen gehören der Transportsektor, insbesondere die Automobilbranche, der Luft- und Raumfahrtsektor, die Bau- und Architekturbranche sowie die Medizintechnik.

Die wichtigsten Leichtbau-Anbieterbranchen im Überblick:

1. Metalle und Metallwaren
2. Gummi- und Kunststoffprodukte
3. Glas, Keramik, Mineralien
4. Textilien, Textilprodukte, Leder, Lederprodukte
5. Holz, Papier, Druckerzeugnisse
6. Chemische Erzeugnisse
7. Bergbau

Die wichtigsten Leichtbau-Anwenderbranchen im Überblick:

1. Transport (Luft- und Raumfahrt, Automobil, Schienenfahrzeuge, Schiffe, Sonstige)
2. Maschinen und Anlagen
3. Baustoffe, Bauwesen
4. Möbel, Haushaltswaren, Büroausstattung
5. Energietechnik
6. Elektrogeräte, elektronische und optische Geräte
7. Medizintechnik
8. Pharmazeutische Erzeugnisse
9. Erdöl und Raffinerie
10. Sicherheit und Verteidigung¹

¹ Der Bereich Sicherheit und Verteidigung wurde aufgrund seines hohen Anwendungspotenzials sowie der intensiven F&E-Aktivitäten im Leichtbau zwar als hochrelevant erachtet. Er konnte jedoch in der weiteren Analyse nicht vertiefend betrachtet werden, da keine ausreichenden Unternehmensinformationen vorlagen.

5.2 Potenziale der hessischen Industrie

Um die hessischen Unternehmen mit Leichtbauaktivitäten und zukünftiger Leichtbaurelevanz zu identifizieren, hat das Fraunhofer LBF auf verschiedene Unternehmensdatenbanken zurückgegriffen (u. a. Markus, Amadeus, Hoppenstedt). Die Analyse hat zunächst gezeigt, dass der Anteil der Leichtbauaktivitäten von der jeweiligen Unternehmensgröße abhängt: In der Gruppe der Unternehmen mit weniger als 20 Mitarbeitern finden bislang kaum Leichtbauaktivitäten statt. Mit zunehmender Mitarbeiterzahl steigen auch das Angebot und die Anwendungen im Leichtbau deutlich an. Die wichtigste Rolle spielt der Leichtbau bei hessischen Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten. In dieser Größenordnung setzt heute schon mehr als ein Viertel

der Unternehmen Leichtbaumethoden ein (Anwender), stellt Leichtbaumaterialien beziehungsweise -teile her (Anbieter) oder verarbeitet diese weiter in Produkten (Anwender).

Leichtbau - Indikator für Umsatzstärke und Wachstum

Ein Blick auf die zehn umsatzstärksten Branchen des verarbeitenden Gewerbes in Hessen zeigt, dass der überwiegende Teil auch zu den derzeit leichtbauaktiven Branchen zählt (Abbildung 2). An erster Stelle liegt die chemische Industrie mit fast 16 Milliarden Euro Jahresumsatz. Bei den aufgeführten Branchen handelt es sich zudem um Wachstumsfelder, bei denen das Wachstum in Hessen in einigen Fällen sogar deutlich über dem Bundesdurchschnitt liegt.

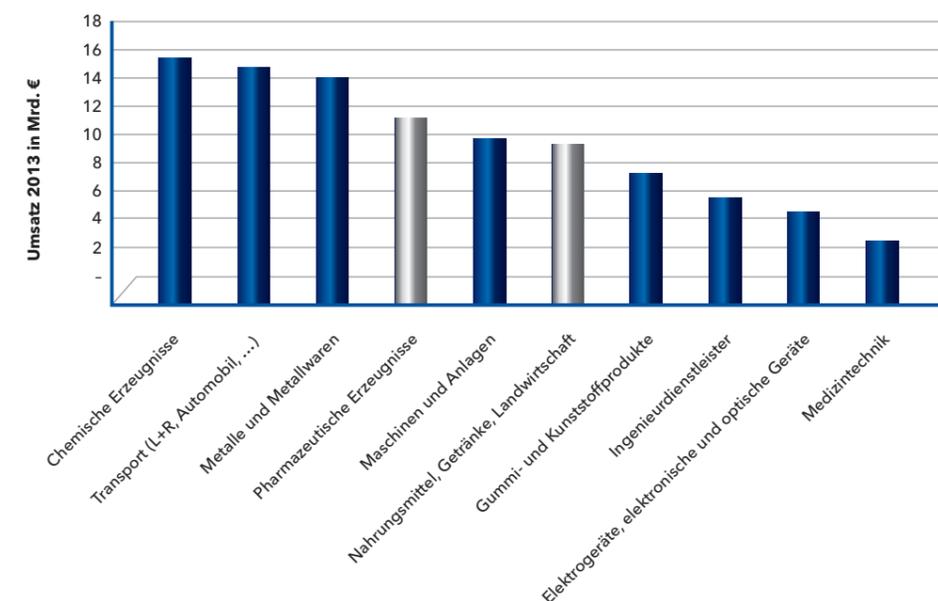


Abbildung 2: In den zehn umsatzstärksten Branchen Hessens spielen Leichtbauaktivitäten (blaue Balken) fast durchgehend eine wichtige Rolle.

Gehäufte Kompetenzen in Südhessen

Ein regionaler Vergleich der hessischen Leichtbauaktivitäten hat ergeben, dass die meisten Akteure im südhessischen Raum zu finden sind, vor allem im Regierungsbezirk Darmstadt (Abbildung 3). Auf Anbieterseite sind in Südhessen häufig Unternehmen der chemischen und der Kunststoffindustrie vertreten. Auf Anwenderseite sind es primär Unternehmen aus den Bereichen Maschinenbau, Elektrotechnik, Elektronik und Optik, dem Transportsektor und dem Zweig der Ingenieurdienstleister.

In Nord- und Mittelhessen – vorrangig in den Regierungsbezirken Kassel und Gießen – liegt der Schwerpunkt bei Leichtbauanbietern in der Metall- und Holzverarbeitung. Auf der Anwenderseite stehen hier der Maschinenbau, die elektronische und optische Industrie sowie der Möbelbau im Vordergrund.

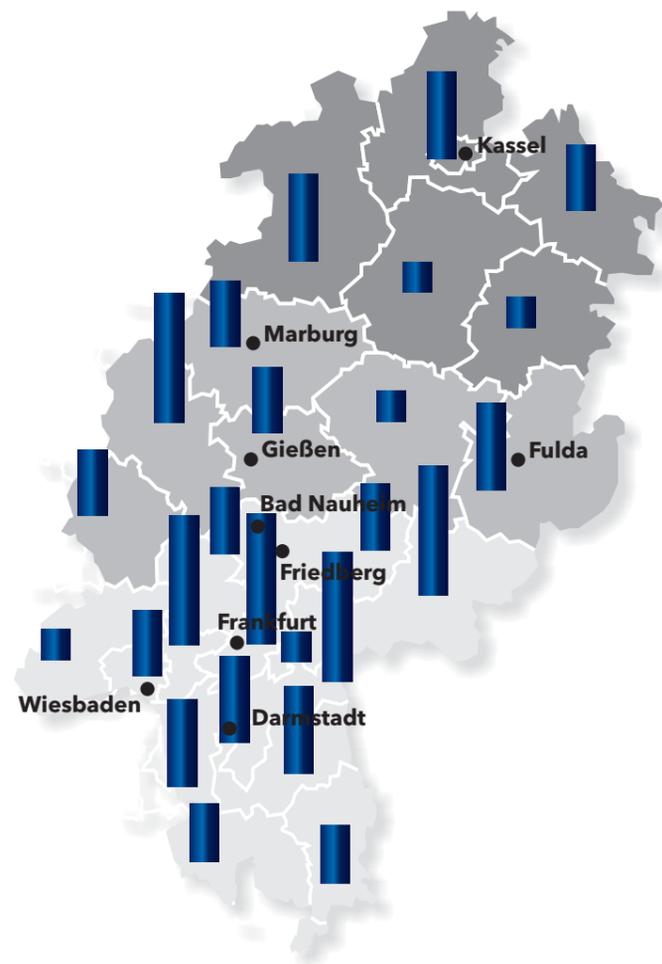
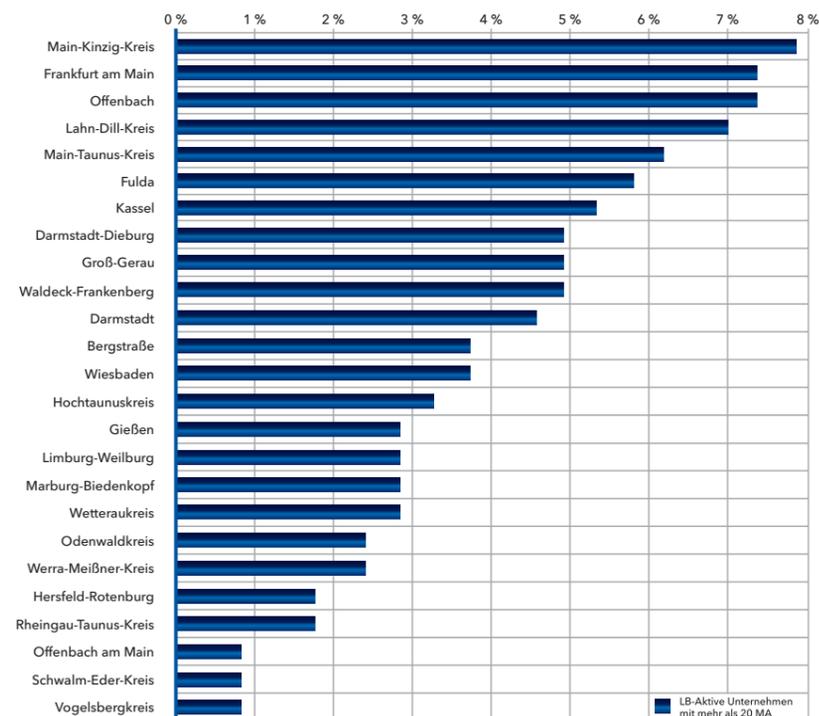


Abbildung 3: Die Grafik zeigt die regionale Verteilung der hessischen Leichtbauunternehmen in Hessen nach Landkreisen und Regierungsbezirken.



Innovative Leichtbaubranchen im Fokus

Die Studie hat gezeigt, dass die Anteile der leichtbauaktiven Unternehmen auf Anwenderseite durchschnittlich höher liegen als auf der Anbieterseite. Bezogen auf die Anzahl der Unternehmen besteht in Hessen jedoch ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Leichtbauanbietern und -anwendern.

Der Transportsektor ist mit einem Anteil von fast 25 Prozent leichtbauaktiver Unternehmen der umfangreichste Leichtbausektor in Hessen. Er wird vor allem durch die Automobilhersteller und ihre zahlreichen Zulieferer bestimmt. Das liegt insbesondere an den Bestrebungen, leichtere Fahrzeuge zu konstruieren und so Emissionen einzusparen. Auch vor dem Hintergrund der zunehmenden Elektromobilität spielt die Gewichtsreduktion eine wichtige Rolle. Demnach folgt die hessische Automobilbranche dem allgemeinen Technologietrend und treibt innovative Leichtbauentwicklungen voran.

Überdurchschnittliche Leichtbauaktivitäten zeigen sich auch im Maschinenbau, der Medizintechnik und der Möbelindustrie. Ähnlich wie im Transportsektor ist der Leichtbau auch im Maschinenbau ein wichtiges Thema. Auch hier geht es darum, den Energieumsatz zu optimieren und damit die Effizienz zu steigern. Ebenso bedeutend ist das Angebot von Maschinen und Werkzeugen zur Bearbeitung von Leichtbaumaterialien. Der Maschinenbau ist daher eine der bedeutendsten Wachstumsbranchen für den Leichtbau. Rund zehn Prozent der hessischen Maschinenbauunternehmen sind bereits heute mit Leichtbauthemen am Markt etabliert. Dabei besteht ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Leichtbauteilen, die in Maschinen angewendet werden, und dem Angebot an Maschinen, mit denen Leichtbaumaterialien bearbeitet werden können.

Bei den Werkstoffen in der Medizintechnik ist Leichtbau ein anhaltender Trend, vor allem bei Prothesen, Orthesen und Mobilitätshilfen. Hinzu kommen verstärkt Leichtbauteile für diagnostische Geräte in mobilen Anwendungen.

Im Möbelsektor ist Leichtbau noch ein Nischenthema, wird jedoch durch steigende Rohstoffpreise, wachsendes Umweltbewusstsein und zunehmende Mobilität positiv beeinflusst.

Auf der Anbieterseite fällt vor allem die Chemieindustrie durch eine hohe Leichtbauaktivität auf. Sie stellt unter anderem chemischen Fasern und Kunststoffe her, die grundlegende Materialien für Leichtbauteile sind. Darüber hinaus zählen zu diesem Sektor die „klassischen“ Leichtbaugewerke: die Herstellung von Metallen und Metallwaren wie Aluminium oder Metallschäumen, die Gummi- und Kunststoffproduktion inklusive faserverstärkter Kunststoffe sowie die Herstellung von Glas- und Keramikfasern.

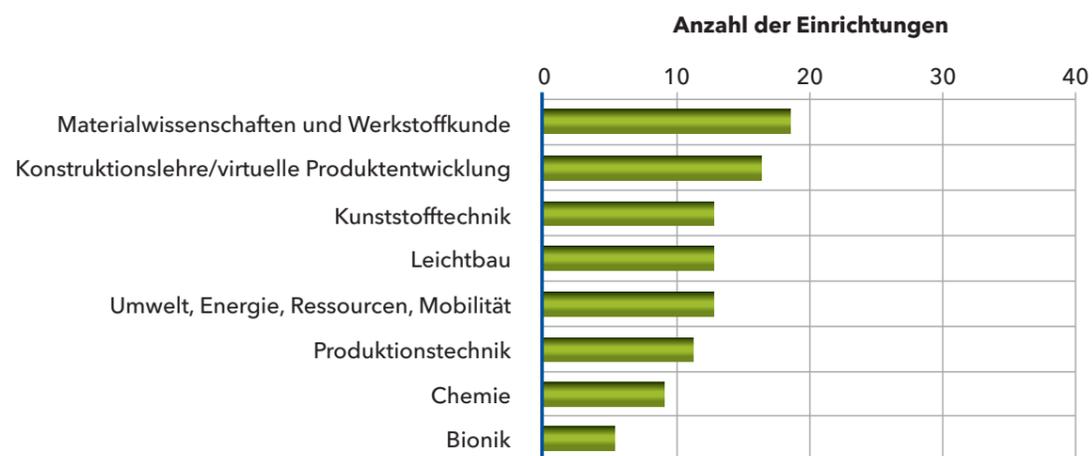
Bei der Wirtschaftsleistung liegt Hessen in allen genannten Branchen über dem Bundesdurchschnitt. Außerdem ist ein großes Potenzial für neue Entwicklungen erkennbar, die die industrielle Nutzung von Leichtbautechnologien weiter vorantreiben.

Im Dienstleistungssektor ist eine Gruppe besonders hervorzuheben: die Ingenieurdienstleister. Hier liegen die Leichtbauaktivitäten primär in der Entwicklung und Anwendung von konstruktiven Leichtbaumethoden. Ingenieure stellen als Dienstleister auch ihr Know-how zur optimierten Materialauswahl und zur Anwendung von neuen Materialien bereit. Darin liegt ebenfalls ein hohes Entwicklungspotenzial, vor allem, wenn es um die Entwicklung von Methoden und Konzepten für den konstruktiven Leichtbau geht – etwa Simulationen.

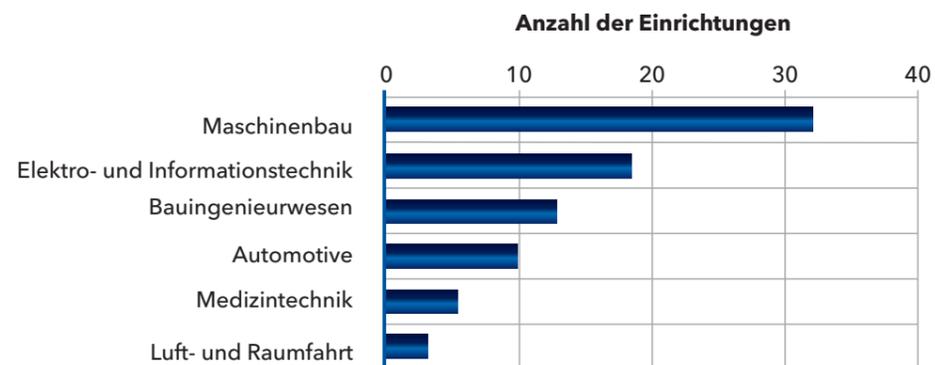
5.3 Potenziale der hessischen Forschung

In der hessischen Wissenschaftslandschaft hat die Studie zahlreiche Einrichtungen identifiziert, die sich direkt und indirekt mit Leichtbau beschäftigen. Von den insgesamt 35 Universitäten, Hochschulen und Berufsakademien in Hessen beschäftigen sich neun mit dem Thema Leichtbau. Innerhalb dieser Einrichtungen gibt es 26 Fachgebiete beziehungsweise Institute, die leichtbaurelevante Themen bearbeiten. Darüber hinaus sind in Hessen drei außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie sieben Kompetenzzentren und Cluster ansässig, die sich ebenfalls mit leichtbaubezogenen Themen beschäftigen. Insgesamt wurden für die Analyse die zusammen 38 technischen Forschungs- und Lehr-einrichtungen hinsichtlich ihrer Kernkompetenzen näher untersucht.

Ebenso wie die Unternehmenslandschaft lassen sich auch die hessischen Forschungseinrichtungen in Anbieter und Anwender von Leichtbauthemen unterteilen (Abbildung 4). Anbieter sind diejenigen Einrichtungen, die entlang der Wertschöpfungskette forschen und so ihren Beitrag zum Leichtbauprodukt leisten. Anwender sind Einrichtungen, die Leichtbaumaterialien und -methoden entwickeln und nutzen. Abschließend wurden die Kernkompetenzen der Forschungseinrichtungen einer Branche zugeordnet.



Anbieter leichtbaurelevanter Kernkompetenzen an technischen Lehr- und Forschungseinrichtungen in Hessen



Anwender leichtbaurelevanter Kernkompetenzen an technischen Lehr- und Forschungseinrichtungen in Hessen

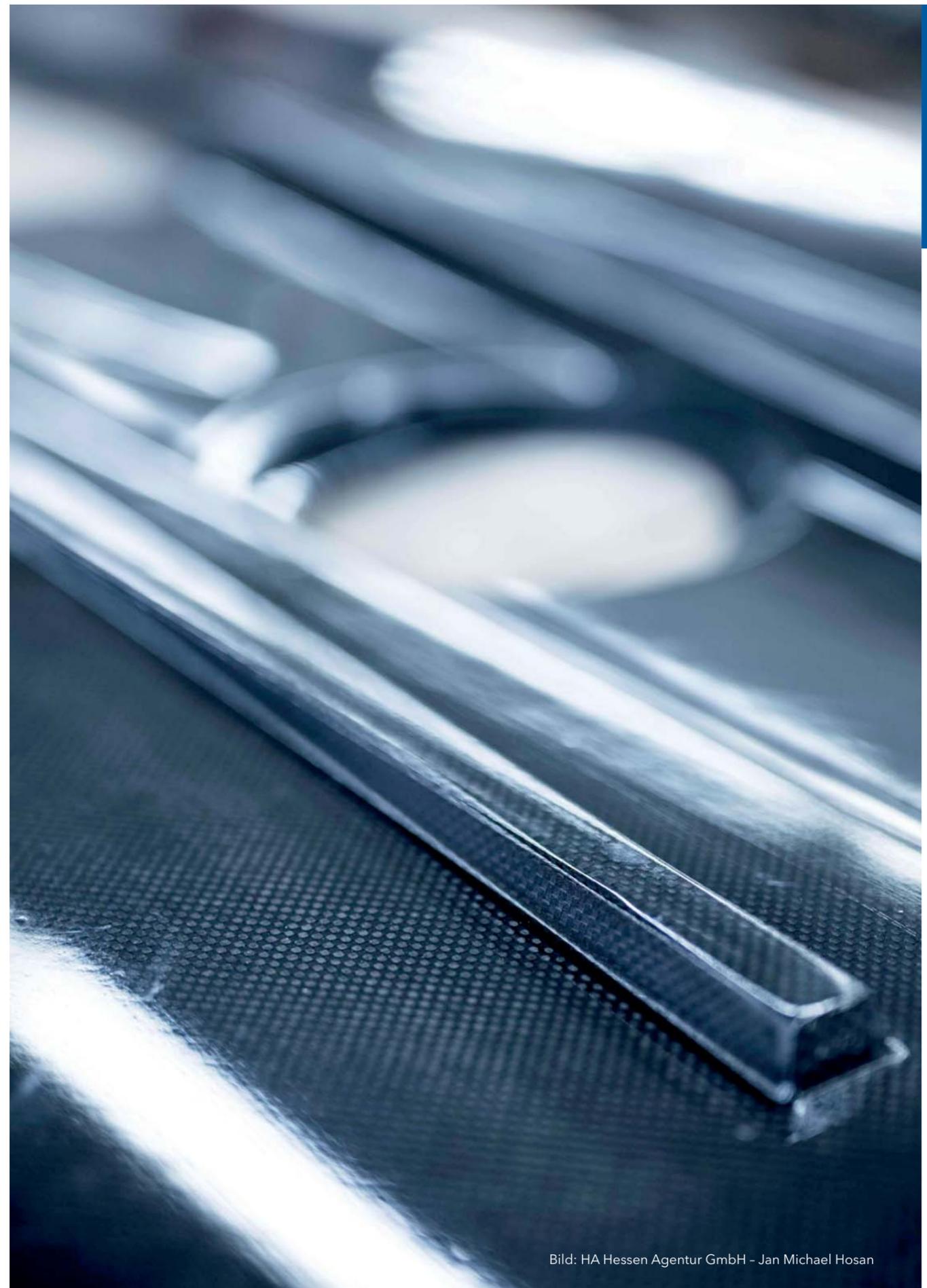


Bild: HA Hessen Agentur GmbH - Jan Michael Hosan

Leichtbaukompetenzen in ganz Hessen

Bei der regionalen Verteilung der Leichtbaukompetenzen ergibt sich eine Struktur, die dem industriellen Bereich ähnelt: So sind in Südhessen zu großen Teilen Leichtbauanbieter vertreten: von allgemeinen Materialwissenschaften über Kunststofftechnik bis Bionik. Auf der Anwenderseite sind es vor allem Forschungseinrichtungen mit Schwerpunkten im Maschinenbau, der Elektro- und Informationstechnik oder dem Bauingenieurwesen. Trotz der Fokussierung auf den südhessischen Raum hat sich gezeigt, dass hessenweit ausgeprägte Fachkompetenzen für die verschiedenen Schwerpunkte vorhanden sind (Abbildung 5).

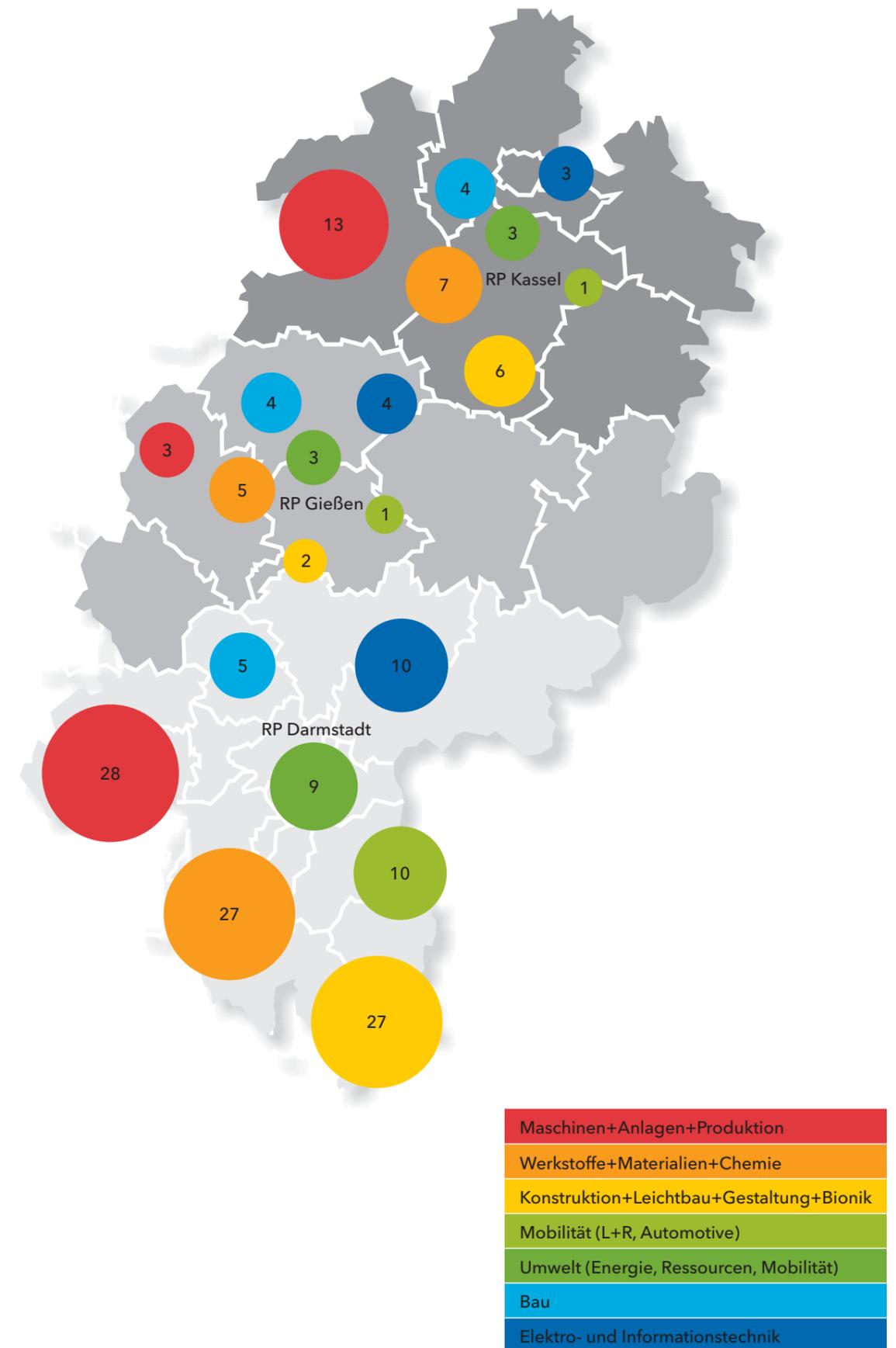
Hohes Vernetzungspotenzial von Wissenschaft und Industrie

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse, dass die hessische Forschungslandschaft stärker auf das Angebot von Leichtbautechnologien konzentriert ist als die Industrie. Das gilt vor allem für Materialien und Werkstoffe, Methoden, (Produktions-)Prozesse und die Konzeptentwicklung. Die Schwerpunkte bei Werkstoffen und Materialien – besonders der Kunststofftechnik – korrespondieren dabei stark mit den industriellen Anbieterbranchen. Sie enthalten somit ein hohes Vernetzungspotenzial von Wissenschaft und Industrie.

Aus dieser Vernetzung geht auch ein wegweisendes Innovationspotenzial hervor. Hierbei gilt es künftig noch stärker, die – eher materialorientierte – Forschung mit den hessenweit vertretenen industriellen Leichtbau-Anwendungsbereichen zusammenzuführen: mit dem Automobilbau, dem Maschinenbau, der Medizintechnik und der Elektroindustrie.

Die nachfolgenden Beispiele zeigen, in welchen konkreten Technologien, Verfahren und Kompetenzen das Potenzial der hessischen Leichtbauakteure steckt.

Abbildung 5: Schwerpunkte hessischer Forschungseinrichtungen mit Leichtbaupotenzial nach Regierungspräsidien (Kassel, Gießen, Darmstadt)



6 LEICHTBAUPOTENZIALE UMSETZEN - FÖRDEROPTIONEN FÜR F&E-PROJEKTE



Die öffentliche Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben ist gerade in neuen Technologiefeldern eine wichtige finanzielle Komponente, um innovative Produkte zu erstellen und Geschäftsfelder zu erschließen. Neben den monetären Zuflüssen spielen hierbei auch der erleichterte Zugang zu Know-how und die Vernetzung mit öffentlichen Forschungseinrichtungen eine wichtige Rolle.

Das folgende Kapitel möchte daher einen Überblick über verschiedene Landes- und Bundesförderungen geben, die besonders für Leichtbauaktivitäten geeignet sind.

6.1 Förderaktivitäten des Landes Hessen

Das Land Hessen fördert mit verschiedenen Aktivitäten die Durchführung technologieorientierter, innovativer Forschungs- und Entwicklungsvorhaben an der Schnittstelle von Wissenschaft und Wirtschaft. Die Hessen Agentur fungiert je nach Förderprogramm als Projektträger bzw. fachtechnische Dienststelle und ist Ansprechpartner während der Antragsphase und der gesamten Projektlaufzeit.

Neues Programm: Modellhafte F&E-Vorhaben

Das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung fördert aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) innovative Projekte zur Schaffung und Erprobung neuer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen. Ab sofort können sich insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und Hochschulen aus Hessen zu fachlichen Fragen beraten lassen.

Gefördert werden Verbundvorhaben von KMU in Kooperation mit Hochschulen, Forschungseinrichtungen oder Unternehmen. Auch einzelbetriebliche Vorhaben sind möglich. Die Förderung erfolgt als anteiliger Zuschuss. Die Förderquote beträgt bis zu 50 Prozent der förderfähigen Ausgaben eines Vorhabens.

Im Fokus stehen F&E-Vorhaben aus den Bereichen

- Technologie & Innovation (themenoffen),
- CO₂-Reduktion sowie
- Digitalisierung.

Das Expertenteam der Hessen Agentur diskutiert Projektideen mit potenziellen Antragstellern und prüft die inhaltlichen Beschreibungen der Vorhaben, bevor die formale Antragstellung bei der Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (WIBank) erfolgt. www.technologieland-hessen.de/efre

Weitere Förderangebote: LOEWE-Förderlinie 3, Elektromobilität, Logistik und Mobilität

Mit dem LOEWE-Programm fördert die Landesregierung herausragende wissenschaftliche Verbundvorhaben der Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Hessen. In der LOEWE-Förderlinie 3 (KMU-Verbundvorhaben) betreut die Hessen Agentur im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst interessierte Unternehmen und Hochschulen, die gemeinsam neue, marktfähige Produkte, Verfahren und Dienstleistungen entwickeln. www.innovationsfoerderung-hessen.de/loewe-foerderlinie-3

Während die Förderung durch LOEWE branchenoffen ist, bietet das Land Hessen auch Zuschüsse für ausgewählte Anwendungsbereiche:

- Bei der Förderung der Elektromobilität stehen Maßnahmen im Blickpunkt, die das Ziel haben, die Praxis- und Alltagstauglichkeit von Elektromobilität nachzuweisen. www.innovationsfoerderung-hessen.de/elektromobilitaet
- Um den Logistik- und Mobilitätsstandort Hessen weiter zu stärken, fördert das Land Hessen die Entwicklung innovativer Konzepte, Technologien und Verfahren sowie Geschäftsmodelle in diesem Bereich. www.innovationsfoerderung-hessen.de/logistik-und-mobilitaet

HA Hessen Agentur GmbH

Die Hessen Agentur ist die Dienstleistungsgesellschaft des Landes. Sie setzt Projekte, Kampagnen und Förderaktivitäten um und fungiert zudem als Berater und „Think Tank“. Hier sitzen die Profis in der Beratung und Betreuung von geförderten F&E-Vorhaben. Seit 2008 hat das Team der Innovationsförderung über 500 Förderprojekte erfolgreich begleitet. www.innovationsfoerderung-hessen.de



Neues Programm: Investitionsförderprogramm PIUS-Invest

Im Programm PIUS-Invest können kleine und mittlere Unternehmen für Investitionen zur Reduzierung ihres CO₂-Ausstoßes eine bis zu dreißigprozentige Förderung beantragen. Förderfähig sind Vorhaben, die zu einer wesentlichen Verbesserung der CO₂-Bilanz im Rahmen von Prozess- und/oder Organisationsinnovationen beitragen, die gesetzlich vorgegebenen Mindeststandards, soweit gegeben, übertreffen und mindestens eines der folgenden Ziele verfolgen:

- Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz,
- Speicherung von Energie, Produktion, Verteilung und Nutzung erneuerbarer Energien, Anpassung an den Klimawandel,
- Einsparung von Wertstoffen und Etablierung von Wertstoffkreisläufen, Einsatz von fortgeschrittenen Fertigungstechniken

Ersatz- oder Erweiterungsinvestitionen, die lediglich dem gesetzlichen Standard entsprechen, sind nicht förderfähig.

www.wibank.de/pius-invest-efre

Innovationskredit Hessen

Der Innovationskredit Hessen stärkt innovative Unternehmen und Gründer mit zinsgünstigen Förderkrediten und entlastet die durchleitenden Banken zu 70 Prozent vom Ausfallrisiko. Es können materielle und immaterielle Investitionen und Betriebsmittel von innovativen und schnell wachsenden mittelständischen Unternehmen und Gründern sowie Unternehmensübertragungen finanziert werden (bis zu 100 Prozent der förderfähigen Ausgaben). Die Mindestkredithöhe beträgt 100.000 Euro, der Höchstbetrag 7,5 Millionen Euro. www.wibank.de/innovationskredit-hessen

Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (WIBank)

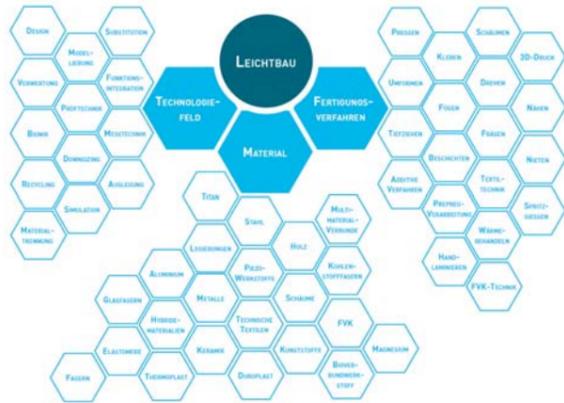
Ansprechpartner für eine generelle Förderberatung ist die WIBank. Die Förderberatung Hessen ist auf die Beratung von Unternehmen und Gründern zu öffentlichen Fördermitteln spezialisiert. Zu diesem Themenspektrum haben sie alle Angebote des Landes, des Bundes und der EU im Blick, die Unternehmen mit Förderkrediten, öffentlichen Bürgschaften, Beteiligungen und Zuschüssen unterstützen. Die Beratung ist unabhängig und kostenfrei. www.foerderberatung-hessen.de



6.2 Initiativen und Förderaktivitäten des Bundes

Initiative Leichtbau - Nationale und internationale Plattform für den Leichtbau in Deutschland

Der Leichtbau ist für viele Branchen zur Sicherung ihrer Wettbewerbsfähigkeit und zur nachhaltigen Modernisierung des Industriestandortes Deutschland von entscheidender Bedeutung.



Technologische Aspekte des Leichtbaus

Neben der Steigerung des Know-hows, sichere Leichtbaustrukturen zu realisieren und in den Markt einzuführen, trägt Leichtbau zu mehr Material- und Energieeffizienz und damit zu einem besseren Umwelt- und Klimaschutz bei. Deshalb wird das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie die Förderung dieser Zukunftstechnologie weiter konsequent fortsetzen und ausbauen. Das betrifft vor allem die Flankierung von Initiativen bis hin zu einer breiteren industriellen Anwendung des Leichtbaus und seiner Großserientauglichkeit.

Hierzu hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie die Geschäftsstelle Leichtbau in Berlin eingerichtet. Im Rahmen der Initiative Leichtbau (siehe auch www.initiativeleichtbau.de) soll die Geschäftsstelle als nationaler und internationaler Netzwerkknotenpunkt deutsche Unternehmen, insbesondere den Mittelstand, bei der Implementierung des Leichtbaus unterstützen und den branchenübergreifenden Technologietransfer flankieren. Mit praktischen Handlungsempfehlungen für Unternehmen und Politik und individueller Hilfestellung gibt sie darüber hinaus entscheidende Impulse.

Kontaktdaten

Dr. Andreas Baar
Geschäftsstelle Leichtbau
Telefon: +49 30 2463714-0
E-Mail: gsl@initiativeleichtbau.de
www.initiativeleichtbau.de



Leichtbaukompetenz in Deutschland auf einen Blick - Leichtbauatlas

Der Leichtbauatlas ist ein interaktives Portal und bündelt branchen- und materialübergreifende Informationen zu nationalen und internationalen Leichtbauakteuren und deren leichtbaurelevanten Kompetenzen und Aktivitäten. Das ständig wachsende Portal unterstützt sowohl Unternehmen als auch Forschungseinrichtungen oder sonstige Organisationen beispielsweise bei der Suche nach Lösungsanbietern oder Projektpartnern.
www.leichtbauatlas.de



www.bmwi.de



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Relevante Förderprogramme des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, die insbesondere auch für den Leichtbau genutzt werden können:

- Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand ist ein bundesweites technologie- und branchenoffenes Förderprogramm für mittelständische Unternehmen.
www.zim-bmwi.de
- Die Industrielle Gemeinschaftsforschung schlägt eine Brücke zwischen Grundlagenforschung und wirtschaftlicher Anwendung.
www.aif.de/igf
- Das Luftfahrtforschungsprogramm („LuFo“) unterstützt Forschungs- und Technologievorhaben der zivilen Luftfahrt am Standort Deutschland.
www.dlr.de

BMBF fördert Leichtbau-Innovationen

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt die Stärkung der industriellen Wettbewerbsfähigkeit in Deutschland durch werkstoffbasierte Produkt- und Verfahrensinnovationen. Leichtbautechnologien können hierbei wichtige Beiträge leisten. Daher wurden in der Vergangenheit bereits viele Maßnahmen speziell im Bereich „Leichtbau“ gefördert. Dies erfolgte insbesondere in den BMBF-Forschungsrahmenprogrammen „Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft“, „Vom Material zur Innovation“ und „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“. In weiteren BMBF-Fördermaßnahmen, wie beispielsweise dem Spitzencluster MAI Carbon, ARENA 2036, FOREL oder Open Hybrid LabFactory haben Partner aus Industrie und Forschung sehr erfolgreich zusammengearbeitet und mit ihren Forschungsergebnissen und Produktentwicklungen die Position Deutschlands im Bereich Leichtbau gestärkt.

Aktuell wird in der Werkstoffplattform „Hybride Materialien - Neue Möglichkeiten, Neue Marktpotenziale (HyMat)“ speziell die Marktfähigkeit von materialbasierten Technologien adressiert, um noch bestehende Innovationshindernisse auszuräumen. Speziell unter dem Gesichtspunkt steigender Anforderungen an technische Werkstoffe werden hier Ideen für den Leichtbau durch die Kombination verschiedener Eigenschaften (Hybridmaterialien) zur optimalen Lösung gefördert. Zudem werden in der Materialforschungsförderung auch in weiteren Fördermaßnahmen, die nicht explizit den Leichtbau adressieren, thematisch passende und innovative Projektskizzen mit Leichtbauinhalt berücksichtigt, beispielsweise innerhalb der Förderbekanntmachung „KMU-innovativ: Materialforschung (ProMat_KMU)“.

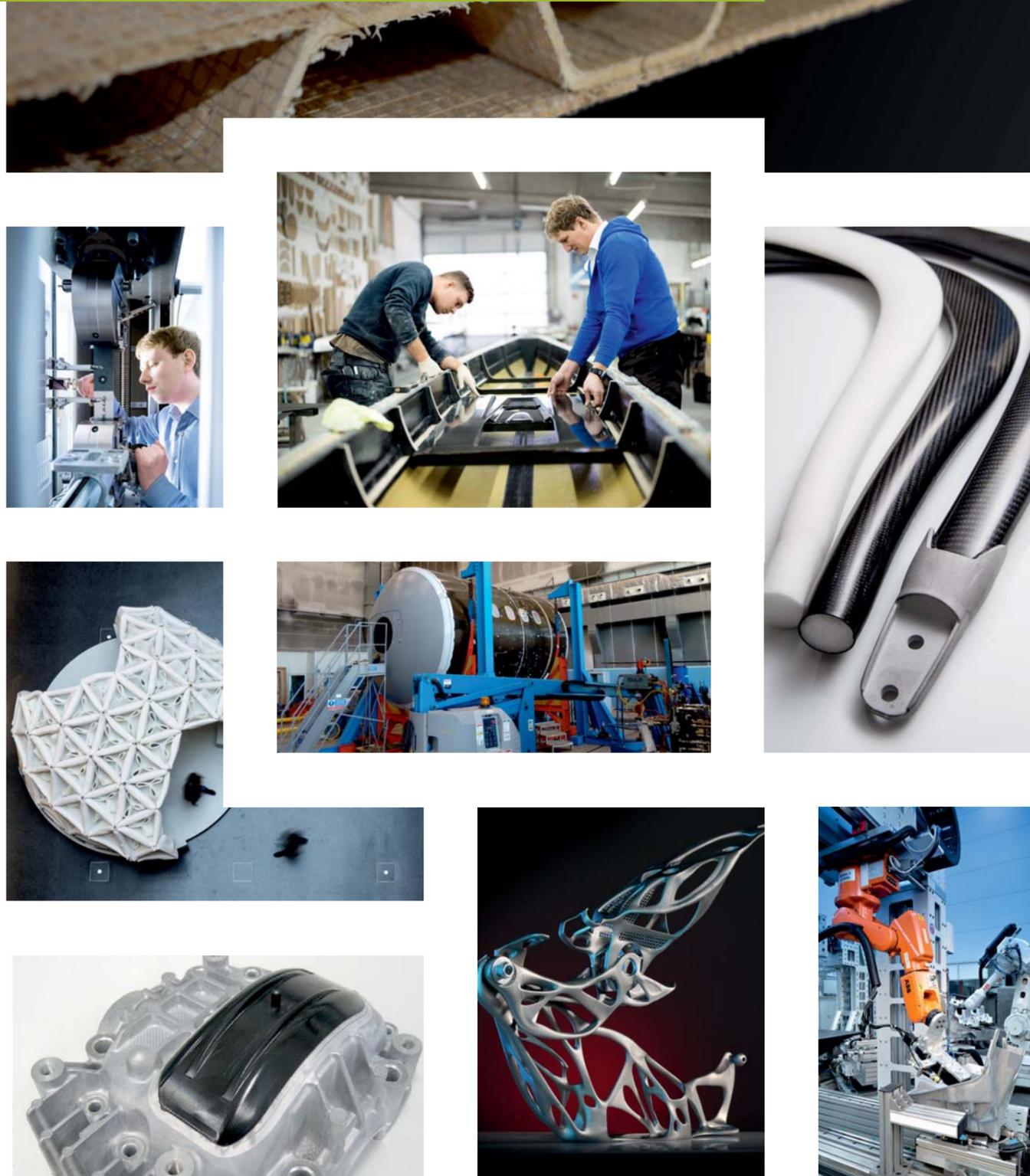
Gefördert werden Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen von Hochschulen, Forschungseinrichtungen und gewerblichen Unternehmen in industriegeführten Verbundprojekten. Je nach Innovationshöhe und Anwendungsbreite der Projektideen sowie der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bedeutung ist in der Regel eine Verbundförderquote von bis zu 50 Prozent möglich. Um Deutschlands Position als Leitanbieter für Leichtbaumaterialien und -produktion zu stärken, werden entsprechende Themen auch zukünftig in Maßnahmen des BMBF Berücksichtigung finden.

www.bmbf.de
www.werkstofftechnologien.de



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

7 KOMPETENZPROFILE



- 7.1 Hexagon xperion GmbH
- 7.2 Technische Hochschule Mittelhessen
Kompetenzzentrum AutoM Automotive - Mobilität -
Materialforschung
- 7.3 Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und
Systemzuverlässigkeit LBF
- 7.4 compoScience GmbH
- 7.5 Kompetenzzentrum für Automotive, Mobilität und
Materialforschung
- 7.6 Die Ruderwerkstatt GmbH
- 7.7 TU Darmstadt - Fachgebiet Papierfabrikation
und Mechanische Verfahrenstechnik (PMV)
- 7.8 Evonik Resource Efficiency GmbH
- 7.9 EDAG Engineering GmbH
- 7.10 MeFeX GmbH
- 7.11 FINOBA Automotive GmbH
- 7.12 Universität Kassel - Institut für Werkstofftechnik
- 7.13 TU Darmstadt - Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau
und Bauweisen (KLuB)
- 7.14 Frankfurter Forschungsinstitut (FFin)
- 7.15 Hochschule Darmstadt - Institut für Kunststofftechnik
Darmstadt ikd Werkstoffkunde Kunststoffe
- 7.16 Hochschule Darmstadt - Institut für Kunststofftechnik
Darmstadt ikd
- 7.17 Hochschule Darmstadt - Fachbereich Maschinenbau
und Kunststofftechnik
- 7.18 FkL Ingenieurbüro Schumacher
- 7.19 Universität Kassel - Institut für Werkstofftechnik
- 7.20 Fraunhofer LBF
Abteilung Betriebsfester und funktionsintegrierter
Leichtbau
- 7.21 ICM-Composites GmbH & Co. KG
- 7.22 Kargon GmbH
- 7.23 Carbon-Drive GmbH

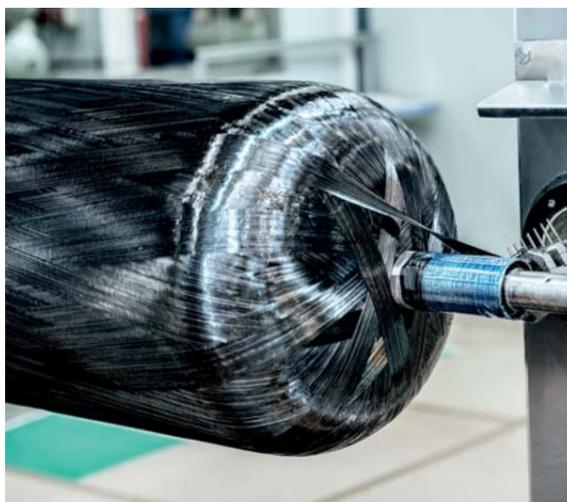
HEXAGON XPERION GMBH: DER SIMULIERTE TANK

Optimiertes Design reduziert den Materialeinsatz bei Wasserstofftanks

Mit Computersimulationen entwickelt das Unternehmen Hexagon xperion Leichtbautanks für Wasserstoffautos.

Die Sicherung unserer zukünftigen Energieversorgung, die spürbare Reduktion der Kohlendioxidemissionen sowie der Einsatz regenerativer Energieträger sind die wesentlichen Herausforderungen für eine nachhaltige Mobilität. Fahrzeugreichweiten von bis zu 600 km können mittels Wasserstoff-Brennstoffzellen in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen realisiert werden. Die Speicherung von Wasserstoff ist hierbei eine der Schlüsseltechnologien.

Die Wasserstoffspeicherung in Form von komprimiertem Gas unter hohem Druck (bis 700 bar) ist die derzeit ausgereifteste Technologie für einen Markteintritt. Zu den wesentlichen Markteintrittsbarrieren gehören jedoch die hohen Kosten für diese Druckbehälter, die zu 75 Prozent von den hohen Materialkosten für die Kohlenstofffaser-Verbundmaterialien bestimmt sind. Für eine künftige Produktion in Serie, die mit einer deutlichen



Kostenreduktion einhergehen muss, sind innovative Konzepte für die Auslegung und Fertigung von Druckbehältern dringend erforderlich.

In der Frühphase optimieren

Im Rahmen des Kooperationsprojektes 3DSIM hat der Kasseler Leichtbau-Spezialist Hexagon xperion GmbH mit der Opel AG und der TU Darmstadt eine computerbasierte Simulationsmethode entwickelt, mit der die Fertigung von Wasserstoff-Hochdrucktanks bereits in der frühen Entwicklungsphase optimiert werden kann. Das Simulationswerkzeug berechnet den gesamten Produktionsprozess eines 700 bar Typ4-Wasserstoff-Hochdrucktanks und hilft, den Materialeinsatz zu reduzieren.

Im Wickelprozess werden so genannte Kohlenstofffaser-Rovings (Bündel parallel angeordneter Endlosfasern) mit Harz getränkt und in vorher berechneten Mustern auf der Tankoberfläche abgelegt. Für eine möglichst detailgenaue Simulation des Tanks unter Last müssen diese Ablagemuster schon in der Entwicklungsphase berechnet werden. Fertigungsabhängige Parameter können so bereits in der Designentwicklung berücksichtigt werden.

Zwischenfaserbrüche unter Last

Neben der Fertigungssimulation lag ein zweiter Schwerpunkt auf der Abbildung des nichtlinearen Werkstoffverhaltens des Faser-Kunststoff-Verbundes. Unter Last kommt es relativ früh zu Zwischenfaserbrüchen. Diese Degradationen führen aber nicht zum Versagen der Tankstruktur, da die lasttragenden Fasern unbeschädigt bleiben. Solche Degradationsmechanismen beeinflussen aber die Steifigkeit der einzelnen Schichten und sollten zur exakten Vorhersage der Spannungsverteilung berücksichtigt werden.

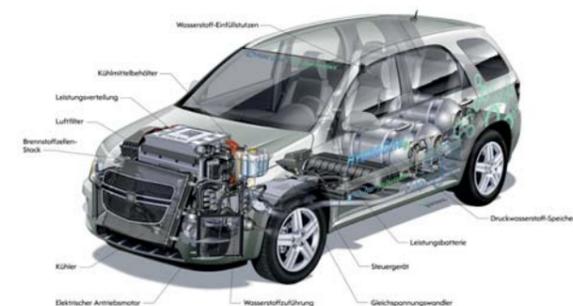
Wicklung eines Typ 4-Hochdruckbehälters von Hexagon xperion für Wasserstoff-Anwendungen



„Mit 3DSIM können wir unsere Leichtbautanks für weitere, kundenspezifische Anforderungen effizient auslegen und kostenoptimiert produzieren.“

Dr. Michael Kleschinski, Vorsitzender der Geschäftsleitung von Hexagon xperion

Hierzu wurde eine Subroutine entwickelt, die den Schädigungsprozess als Simulation abbildet. Durch die Berücksichtigung des Fertigungsprozesses und eine verbesserte Abbildung des Werkstoffverhaltens ist es den Projektpartnern gelungen, den Materialeinsatz der teuren Kohlenstofffaser durch optimierte Tankdesigns deutlich zu reduzieren.



Einbau von 700 bar Wasserstoff-Hochdrucktanks im Opel HydroGen4 (Quelle: Opel)

Das Auslegungs- und Fertigungs-Knowhow für die Leichtbautanks liegt bei Hexagon xperion. Das Unternehmen kann das Simulationstool anwendungsübergreifend einsetzen und es an die Anforderungen seiner Kunden anpassen. Ziel des Unternehmens ist es, durch die computergestützte Simulation künftig Entwicklungskosten einzusparen und die Kommerzialisierung alternativer Antriebstechnologien in Brennstoffzellen- und Erdgasfahrzeugen voranzutreiben.

Kontakt

Hexagon xperion GmbH
Christina Becker, Marketing
Otto-Hahn-Straße 5
34123 Kassel
Telefon: +49 561 58549-0
E-Mail: info@hexagonxperion.com
www.hexagonxperion.com



Projekt

Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 301/11-46) wurde im Rahmen von Hessen Modellprojekte als KMU-Modell- und Pilotprojekt (MPP) aus Mitteln des Landes Hessen und der Europäischen Union (Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung - EFRE) gefördert.



7.2 TECHNISCHE HOCHSCHULE MITTELHESSEN: FRÜH BESCHIED WISSEN

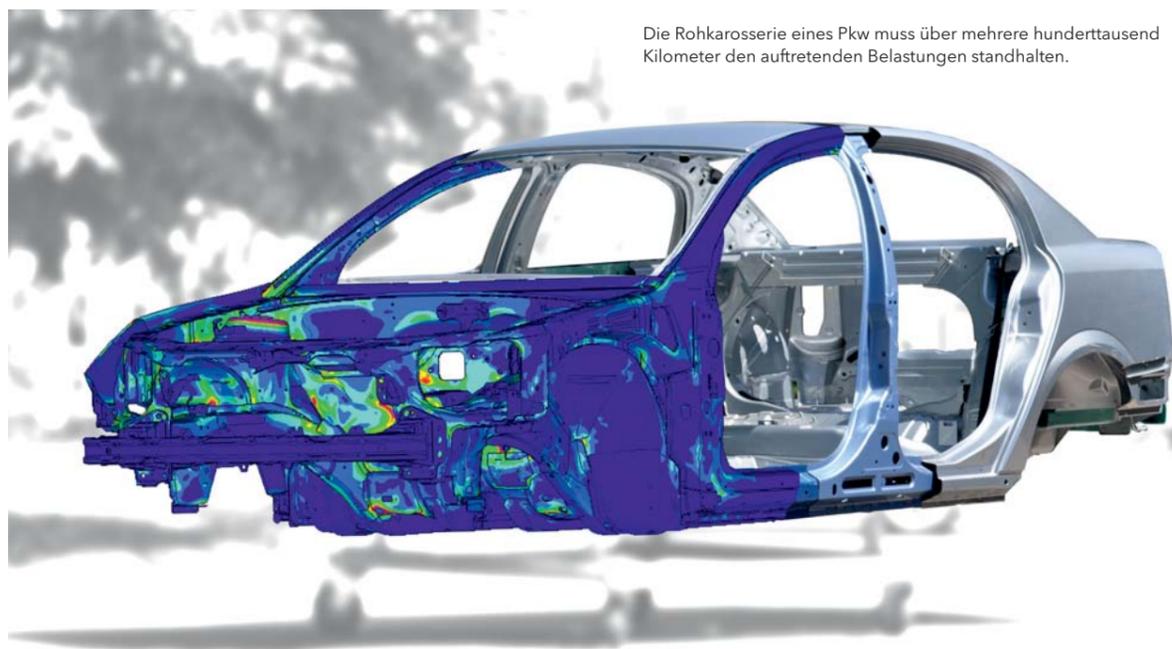
Schnelle und einfache Vorauslegung
von Pkw-Strukturen

Durch die neue Auslegungsmethode BFast können kleine und mittelständische Automobilzulieferer schon in frühen Entwicklungsphasen Aussagen zur Dauerhaltbarkeit ihrer Leichtbaustrukturen treffen.

Das Kompetenzzentrum für Automotive, Mobilität und Materialforschung der Technischen Hochschule Mittelhessen hat in Zusammenarbeit mit LINDE + WIEMANN aus Dillenburg, dem Ingenieurbüro Huß und Feickert aus Liederbach, BÜRCKENMEYER aus Stadtallendorf und Opel Automobile aus Rüsselsheim die neue Auslegungsmethode BFast entwickelt. Sie ermöglicht die schnelle und einfache Vorauslegung von Pkw-Leichtbaustrukturen hinsichtlich der Betriebsfestigkeit.

In der Automobiltechnik hat das Thema Leichtbau heute große Bedeutung. Es gilt bei jeder Gelegenheit, Material, Gewicht und Energie einzusparen, ohne Abstriche bei Funktion, Wirtschaftlichkeit oder der Sicherheit machen zu müssen. Doch der Leichtbau schöpft zwangsläufig alle Reserven aus, wodurch häufig die Grenzen der Belastbarkeit einer Konstruktion erreicht werden. Damit tritt die Forderung nach langfristiger Betriebsfestigkeit in den Vordergrund. Diese stellt sicher, dass ein Pkw eine Lebensdauer von einigen hunderttausend Kilometern ohne Bauteilversagen erreicht.

Die Rohkarosserie eines Pkw muss über mehrere hunderttausend Kilometer den auftretenden Belastungen standhalten.



„Die TH Mittelhessen bündelt ihre Forschungsaktivitäten zum Thema Leichtbau im Kompetenzzentrum für Automotive, Mobilität und Materialforschung.“

Prof. Dr.-Ing. Udo Jung, Fachbereich Maschinenbau, Mechatronik und Materialtechnologie, Technische Hochschule Mittelhessen

Last-Zeit-Reihen reduzieren

Um das zu gewährleisten, ist die Lebensdauer-Simulation am Computer eine sehr leistungsstarke Methode. Allerdings ist sie hinsichtlich Zeit und Kosten recht aufwendig: Zyklische Materialdaten (Wöhlerlinien) für alle eingesetzten Werkstoffe sind ebenso notwendig wie umfangreiche Last-Zeit-Reihen, die die ständig wechselnden Belastungen im Fahrbetrieb beschreiben. Das Forschungsvorhaben an der TH Mittelhessen hat diese komplexen Last-Zeit-Reihen auf wenige statische Ersatzlasten reduziert, die bei häufiger Wiederholung eine vergleichbare Schädigung im Bauteil hervorrufen.

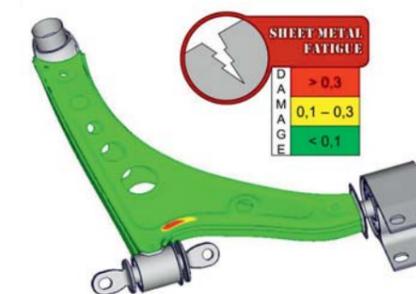
Statische Ersatzlasten repräsentieren stark schädigende Fahrmanöver wie eine Vollbremsung, die schnelle Fahrt durch eine enge Kurve oder ein Schlagloch. Statische Ersatzlasten lassen sich als Momentaufnahme während der Fahrt auffassen, als eine Belastung, die in einem besonderen Moment auf eine Baugruppe des Autos wirkt.

Die großen Automobilhersteller messen Last-Zeit-Reihen auf hauseigenen Teststrecken. Für kleine und mittlere Unternehmen ist dieser Aufwand wirtschaftlich nicht vertretbar. Erwartet wird aber, dass Zulieferfirmen möglichst ausgereifte Leichtbau-Konzepte vorlegen. Für genau diesen Fall stellt BFast eine schnelle, einfache und wirtschaftliche Vorauslege-Methode bereit.

Kleine und mittelständische Zulieferer können durch BFast auf Basis einfacher Finite-Elemente-Analysen schon in frühen Entwicklungsphasen schnell eine Aussage zur Dauerhaltbarkeit ihrer Pkw-Leichtbau-Strukturen treffen. Messfahrten oder Werkstoffversuche im Vorfeld sind hierzu nicht nötig.

Kontakt

Technische Hochschule Mittelhessen
Kompetenzzentrum AutoM Automotive -
Mobilität - Materialforschung
Fachgebiete Leichtbau und Betriebsfestigkeit
Prof. Dr.-Ing. Udo Jung
Wilhelm-Leuschner-Straße 13
61169 Friedberg
Telefon: +49 6031 604-337
E-Mail: udo.jung@autom.thm.de
www.thm.de



Mit Hilfe der Auslegungsmethode BFast lässt sich das Auftreten eines Risses im Bauteil (gelb-rot markiert) am Computer vorausberechnen.

Projekt

Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 311/12-01) wurde im Rahmen der LOEWE - Landesoffensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben gefördert.



Exzellente Forschung für
Hessens Zukunft

FRAUNHOFER LBF: DIE NEUERFINDUNG DES RADS

Flugzeigräder aus
Faserverbundwerkstoffen

In Darmstadt arbeiten Entwickler an einem Flugzeugrad aus faserverstärktem Kunststoff. Leichtbautechnologie soll helfen, die Luftfahrt umweltfreundlicher zu machen.

Da der Anteil der Luftfahrt an den CO₂-Emissionen im Verkehrssektor signifikant ist, ist die Luftfahrtindustrie daran interessiert, langfristig die Emissionen zu mindern und die Branche umweltfreundlicher zu gestalten. Dafür hat sie sich zu dem ehrgeizigen Ziel verpflichtet, bis 2050 den CO₂-Ausstoß um 50 Prozent zu reduzieren.

Der Schlüssel zu diesem Ziel ist, neue Technologien und Methoden zur Verbesserung der Treibstoffeffizienz zu erforschen. Priorität kommt dabei dem Leichtbau zu. Um neue Flugzeug-Generationen leichter zu machen, setzen die Entwickler heute verstärkt Verbundwerkstoffteile ein.

Hauptfahrwerkrad unter zyklischer Belastung

In Zusammenarbeit mit der Firma Röder Präzision haben Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt untersucht, wie ein Flugzeugrad aus faserverstärktem Kunststoff hergestellt werden kann. Unterstützt wurden sie dabei von der Lufthansa AG und dem Land Hessen.

Die Machbarkeitsstudie konzentrierte sich darauf, ein Hauptfahrwerkrad unter betriebsnaher zyklischer Belastung zu entwickeln. Basierend auf der durchschnittlichen Anzahl von Start-Ladezyklen und der üblichen Flugfeld- und Rollbahneigenschaften ergab sich ein Belastungskollektiv, das alle Belastungen aus Lande- stoß, Bremsvorgang, Rollvorgang und Kurvenfahrt beinhaltet. Ausgehend von diesem Belastungskollektiv



„Bei Flugzeugen kommt es auf jedes Kilo an. Eine große Gewichtsreduktion bei Flugzeugen ist durch die Verwendung von Faserverbundwerkstoffen zu erreichen.“

Dipl.-Ing. M. Eng. Conchin Contell Asins, Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Abteilung Betriebsfester und funktionsintegrierter Leichtbau

dimensionierten die Entwickler das Rad mittels LBF®.WheelStrength, einer speziell entwickelten Software, die anhand von 3D-Modellen der Räder und Radnaben sowie einiger Angaben mögliche Sicherheitsrisiken mit Hilfe von virtuellen Belastungstests erkennt und anzeigt.

Aus den Ergebnissen zeigte sich, dass die Umsetzung eines solchen Rades mit einem hohen Leichtbaupotenzial möglich erscheint – der Auftakt für ein neues Forschungsprojekt.

Weiterentwicklung durch EU JTI Clean Sky 2

Um die Möglichkeiten aufzuzeigen und fertigungstechnische Herausforderungen zu erschließen, wurde ein erstes Rad konstruiert und als Prototyp gebaut. Das europäische Luftfahrtforschungsprojekt Clean Sky 2 hat die Ergebnisse aufgegriffen und entwickelt sie weiter.

Ziel ist es, die belastungsgerechte Gestaltung des Rades zu verbessern, seine Topologie zu optimieren und innovative Lösungen für lokale Verstärkungen der Struktur zu finden. Clean Sky 2 hat sich zum Ziel gesetzt, dafür das Leichtbaupotenzial noch stärker zu nutzen.

Kontakt

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Abteilung Betriebsfester und funktionsintegrierter Leichtbau

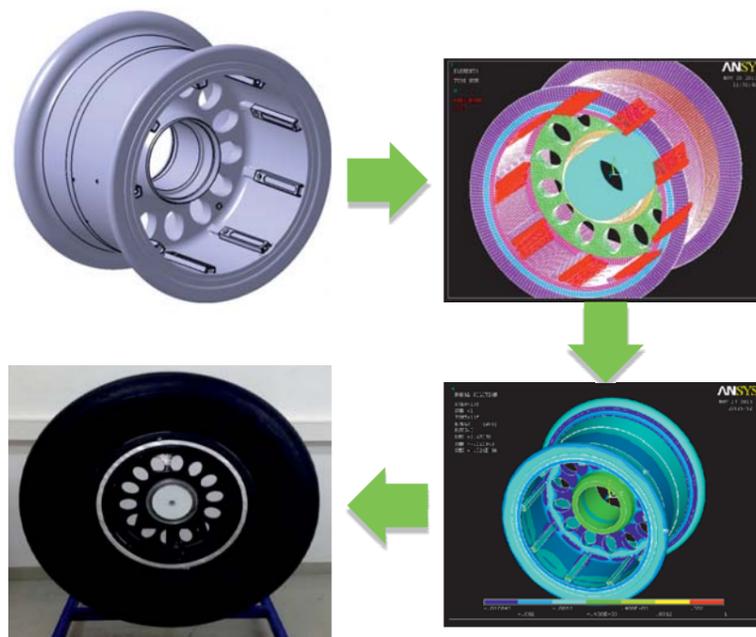
Dipl.-Ing. M. Eng. Conchin Contell Asins
Bartningstraße 47

64289 Darmstadt

Telefon: +49 6151 705 8462

E-Mail: conchin.contell.asins@lbf.fraunhofer.de

www.lbf.fraunhofer.de



Von der Idee zum Prototyp: ein Flugzeugsrad aus faserverstärktem Kunststoff

Projekt

Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 376/13-15) wurde im Rahmen der LOEWE - Landesoffensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben gefördert.



Exzellente Forschung für Hessens Zukunft

COMPOSCIENCE GMBH: MODIFIZIERTER SANDWICHVERBUND

Crashoptimierte, hybride Biegeträger
für die Automobilindustrie

Einem Entwicklerteam der compoScience GmbH aus Darmstadt ist es gelungen, Composite-Trägern in biegebeanspruchten Strukturen ihr sprödes Bruchverhalten auszutreiben. Das ist vor allem für die Automobilindustrie interessant.

Die compoScience GmbH entwickelt seit mehr als zehn Jahren Leichtbaulösungen mit Composite-Werkstoffen und arbeitet unter anderem mit der Automobilindustrie zusammen.

Automobile Strukturbauteile müssen neben statischer Festigkeit und Steifigkeit über hervorragende Crasheigenschaften verfügen. Dazu zählen vor allem ein hohes Energieaufnahmevermögen und ein gutmütiges Versagensverhalten. Hier sind Composite-Werkstoffe wegen ihrer geringen Zähigkeit und Bruchdehnung den metallischen Werkstoffen zunächst deutlich unterlegen. Insbesondere bei biegebeanspruchten Strukturen versagen Composite-Träger an mehreren Einzelstellen und mit nur geringer Energieaufnahme.

Diese Tatsache und das bislang noch recht ungenau vorhersagbare numerische Versagensverhalten des inhomogenen Werkstoffs sind zwei Gründe, weshalb diese Werkstoffgruppe in der PKW-Struktur nur wenig verbreitet ist. Ein weiterer Grund liegt in den hohen Fertigungskosten von Composite-Werkstoffen.

„Quasizähes“ Versagensverhalten

In einem geförderten Gemeinschaftsprojekt mit Opel, Evonik und der Hochschule Darmstadt konnte das Entwicklerteam der compoScience GmbH das Materialverhalten eines Composite-Sandwichverbundes so modifizieren, dass ein sukzessives, „quasizähes“ Versagensverhalten das übliche spröde Bruchverhalten ersetzt. Die Biegeträger werden im sogenannten CoHyBA-Verfahren hergestellt: Sie brechen nicht mehr spröde, sondern dehnen sich lokal unter Last und versagen unter hoher Energieaufnahme.

Anders als bislang üblich werden die CoHyBA-Strukturelemente nicht aus Gewebezuschnitten in einem Werkzeug zum fertigen Bauteil gefügt, sondern die Verstärkungsfasern werden vollautomatisch und endlos um einen Schaumkern geflochten und dann in-line mit Harz imprägniert und gehärtet. Unter Crashbelastung treten dann verschiedene Versagensmechanismen auf, die jeder für sich eine hohe Energieaufnahme garantiert.

Dabei ist wichtig ist, dass das Verstärkungslaminat nicht vollständig versagt, sondern sich ähnlich wie bei einer chinesischen Fingerfalle radial einschnürt und den darunterliegenden Schaum verdichtet.

Diese Bauweise ist hervorragend für seitencrashrelevante Bauteile wie Türschweller und in die Tür integrierte Seitenaufprallträger geeignet. Wirtschaftlich herstellen lassen sich solche Elemente im von der Evonik entwickelten Pull-Press-Prozess.

Künftig auch Flugzeugsitze?

Der mangelnden „Berechenbarkeit“ dieser neuen Werkstoffklasse hat sich das Gemeinschaftsprojekt ebenfalls angenommen. Um das komplexe Materialverhalten numerisch beschreiben zu können, wurden zunächst umfangreiche Werkstoffuntersuchungen durchgeführt.

Am Ende konnte das für Composite-Werkstoffe atypische „quasiduktile“ Materialverhalten in mehreren Werkstoffmodellen realitätsnah abgebildet und umfangreich erprobt werden. Diese Materialmodelle befinden sich nur in der kommerziellen Anwendung bei den Crashberechnungen der compoScience GmbH.

Zukünftig soll das CoHyBA-Prinzip auch in anderen Branchen Anwendung finden. Das Entwicklerteam prüft derzeit weitere Einsatzgebiete. Eine Machbarkeitsstudie untersucht aktuell den Einsatz von crashoptimierten Biegeträgern in der Struktur von Flugzeugsitzen.



„Als Entwicklungsdienstleister für Composite-Anwendungen ist Leichtbau unser tägliches Geschäft. Geförderte Projekte erlauben uns dabei, neue Technologien und Prozesse zu erproben und so unser Portfolio kontinuierlich zu erweitern.“

Dr.-Ing. Martin Fleischhauer, Geschäftsführender Gesellschafter
compoScience GmbH

Kontakt

compoScience GmbH
Dr.-Ing. Martin Fleischhauer
Landwehrstraße 55
64293 Darmstadt
Telefon: +49 6151 9500 667
E-Mail: mf@composcience.de
www.composcience.de



Das CoHyBA-Entwirlerteam mit einem
Composite-Seitenschweller-Prototypen

Projekt

Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 476/15-18) wurde im Rahmen der LOEWE - Landesoffensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben gefördert.



Exzellente Forschung für
Hessens Zukunft

KOMPETENZZENTRUM FÜR AUTOMOTIVE, MOBILITÄT UND MATERIALFORSCHUNG: OPTIMIERTES NIETEN

Fügen ultrahochfester Stähle im Automobilbau

Im Kompetenzzentrum AutoM der Technischen Hochschule Mittelhessen arbeitet eine Forschungsgruppe daran, Bauteile aus ultrahochfesten, warmgeformten Stählen mittels Halbhohlstanznieten zusammenzufügen. Die Verbindungen erreichen Festigkeiten bis zu 2000 Newton pro Quadratmillimeter und sollen für die Kfz-Architektur eingesetzt werden.

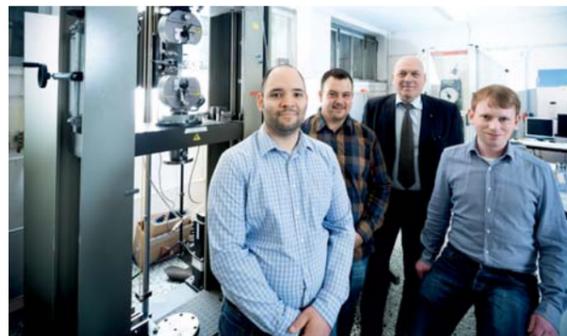
Neue Materialmixkonzepte sind für die Automobilindustrie sehr attraktiv. Sie sparen viel Gewicht, garantieren aber dennoch ausreichende Steifigkeit, um die Unfallsicherheit zu erhöhen. Das würde aktuelle und zukünftige Karosserien leichter und zugleich sicherer machen. Darauf arbeitet die Forschungsgruppe am Campus Friedberg hin, die sich aus der Opel Automobile GmbH, Stanley Engineered Fastening-Tucker, LINDE + WIEMANN, B+T Unternehmensgruppe und der Holzapfel Metallveredelung GmbH zusammensetzt.

Um den konsequenten Leichtbau der Automobilhersteller umsetzen zu können, müssen Fügeverfahren für ultrahochfeste Stähle im Materialmix, zum Beispiel mit Aluminium, entwickelt werden. Das ist nötig, weil bisher dominierende Fügeverfahren wie das Widerstandspunktschweißen in solchen Werkstoffkombinationen nicht angewendet werden können.

Gefördert wird das Vorhaben durch die HA Hessen Agentur GmbH im Rahmen der Hessen Modellprojekte. Sein Ziel lautet, das Halbhohlstanznieten für künftige Anwendungen, etwa bei Türmodulen, zu optimieren. Das Entwicklungsportfolio bewertet optimierte Halbhohlstanzniet- und Klebeverbindungen sowie eine Hybrid-Fügelösung, wobei letztere beide Fügevarianten kombiniert. Dabei werden die erzeugten Proben und Demonstratoren in quasistatischen, dynamischen und komplexbeanspruchten Lastfällen untersucht.

Forschungspartner arbeiten Hand in Hand

Wegen der hohen Festigkeit der warmgeformten PHS-Stähle musste eine optimierte Niettechnologie ent-



Forschungsgruppe der THM (v. l.): Dipl.-Ing. Sascha Roth, B.Eng. Rene Glück, Prof. Dr.-Ing. Heinrich Friederich, B.Eng. Maximilian Stähling



Prüfen der Verbindungen mittels Lichtmikroskop im Metallografielabor der THM (Bilder: HA Hessen Agentur GmbH - Jan Michael Hosan)

wickelt werden. Auf Basis umfangreicher Simulationen und Fügeversuche gelang es dem Forschungspartner „Stanley Engineered Fastening“ aus Gießen, eine solche Technologie zur Verfügung zu stellen.

Parallel entwickelten die Beschichtungsspezialisten der Holzapfel Metallveredelung GmbH aus Herborn eine spezielle Klebeverbindung. Sie fügt die Blechstrukturen



„Um die Potenziale neuer Leichtbauwerkstoffe für die Multi-Material-Bauweise zu nutzen, ist die Weiterentwicklung von Füge-technologien unabdingbar.“

Prof. Dr.-Ing. Heinrich Friederich, Kompetenzzentrum AutoM, Technische Hochschule Mittelhessen

so zusammen, dass Spalt- und Kontaktkorrosion in der überlappenden Verbindung weitestgehend ausgeschlossen wird.

Die Versuchsreihen zur überlagerten korrosiv-mechanischen Beanspruchung sind geeignet, die Empfindlichkeit der ultrahochfesten PHS-Bleche in martensitischem Werkstoffzustand bezüglich der wasserstoffinduzierten Spannungsrissskorrosion abzubilden. Dabei steht die Ermittlung einer versagensunkritischen Grenzspannung im Vordergrund.

Der Projektabschluss ist für März 2018 terminiert. Die Ergebnisse werden auf Konferenzen mit fuge-technischem Schwerpunkt präsentiert und in Veröffentlichungen publiziert. Die vorliegenden Ergebnisse lassen erwarten, dass die Automobilindustrie die Erkenntnisse in Vorserien- und Serienanwendungen umsetzen wird. Dafür müssen sie an Fahrzeugstrukturen in Prüfstands- und Feldversuchen getestet werden.



Prüfung der quasistatischen Versagenslasten der Probekörper

Kontakt

Technische Hochschule Mittelhessen
Kompetenzentrum für Automotive, Mobilität und Materialforschung
Prof. Dr.-Ing. Heinrich Friederich, B.Eng. Rene Glück, B.Eng. Maximilian Stähling
Wilhelm-Leuschner-Straße 13
61169 Friedberg
Telefon: +49 6031 604341
E-Mail: heinrich.friederich@m.thm.de
www.thm.de



Projekt

Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 481/15-23) wurde im Rahmen der LOEWE - Landesoffensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben gefördert.



Exzellente Forschung für Hessens Zukunft

DIE RUDERWERKSTATT GMBH: WABENKERN IM RUDERBOOT

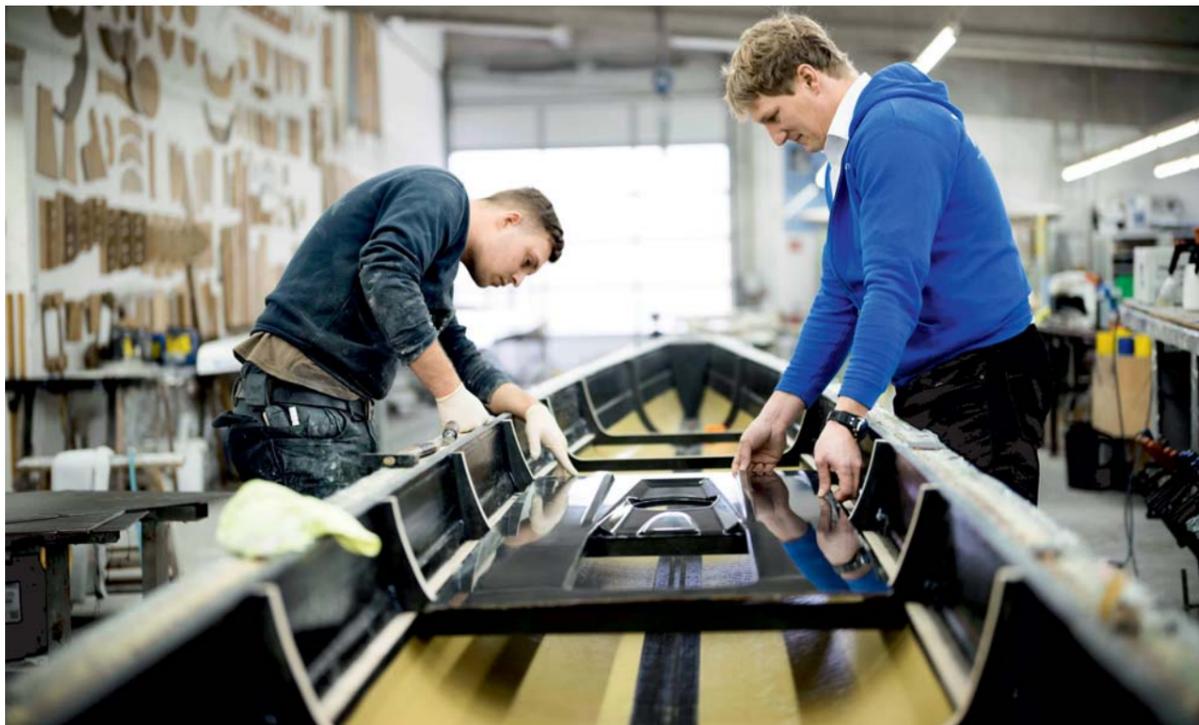
Modulare Cockpits
in Faserverbundbauweise

Bei Ruderbooten kommt es vor allem auf geringes Gewicht an. Durch eine innovative Bauweise konnte die Ruderwerkstatt aus Wetzlar das Cockpit um 25 Prozent leichter machen.

Die Ruderwerkstatt GmbH aus Wetzlar produziert Sportrunderboote mit innovativen Leichtbauverfahren aus Kohlefaserverbundstoffen. Daneben vertreibt das Unternehmen über die Ruderwerkstatt Filippi Rennrunderboote, die unter anderem die deutsche Rudernationalmannschaft bei olympischen Wettkämpfen nutzt. In Filippi Rennbooten wurden in den vergangenen 20 Jahren über 400 Medaillen auf Weltmeisterschaften und Olympischen Spielen gewonnen.

Die Werkstatt ist zudem für Reparaturen und Instandsetzungsarbeiten an Sportrunderbooten ausgerüstet. Vom Einer bis zum Achter mit Steuermann fertigt das Unternehmen in Wetzlar alle gängigen Ruderbootklassen der Marke C-Line.

Neben der Rumpfbeschaffenheit ist das Bootsgewicht die wichtigste Eigenschaft im Rudersport, wobei der Rumpf trotz seiner Leichtigkeit hohe Schadenstoleranz und Festigkeit aufweisen muss. Die Boote der C-Line werden im Vakuumverfahren aus den Faserverbundstoffen Kohlefasern und Aramid mit Epoxid-Harz hergestellt. Zusätzlich kommen Aramidwaben als Kernmaterial zum Einsatz.



Einpassen eines modularen Cockpits in einen C-Line Vierer
(Bild: HA Hessen Agentur GmbH - Jan Michael Hosan)



„Dank der Unterstützung haben wir nicht nur unser Produkt und unsere Verfahren wesentlich verbessert, sondern auch unsere digitale Kompetenz gestärkt.“

Daniel Riechmann, Geschäftsführer der Ruderwerkstatt GmbH

Zehn Prozent des Gesamtgewichts eingespart

In den vergangenen beiden Jahren hat die Ruderwerkstatt GmbH die Sitzplätze ihrer Boote überarbeitet, um sie ergonomischer und sicherer zu machen. Außerdem entwickelte das Unternehmen das Produktionsverfahren weiter, um das Gewicht des Cockpits deutlich zu senken. Unterstützt wurde sie dabei durch ein LOEWE Förderprojekt der Hessen Agentur in Kooperation mit dem Institut für Werkstofftechnik der Universität Kassel.

Bis zum Abschluss des Projektes im November 2017 entwickelte das Unternehmen ein digital erfasstes Cockpit aus einem Aramidwabenkern mit Kohlefaserverstärkungen. Das Gewicht des Bauteils wurde um rund 25 Prozent gesenkt, sodass sich beispielsweise das Gewicht eines C-Line Vierers um gut sechs Kilogramm verringert hat. Das entspricht etwa zehn Prozent des Gesamtgewichts.

Bootsbau ist und bleibt ein Handwerk. Dennoch sind Digitalisierung und die damit verbundene Optimierung von Produktionsprozessen ein wichtiges Thema. Für die Ruderwerkstatt hat das Förderprojekt der Hessen Agentur, neben den positiven Effekten auf das Produkt, vor allem die Sensibilität für dieses Thema gestärkt. Das soll vor allem einer digitalen Überarbeitung der Bootformen zur weiteren Verbesserung der Laufeigenschaften in naher Zukunft zugutekommen.

Kontakt

Werner Kahl Die Ruderwerkstatt GmbH
Gewerbepark Spilburg, Henri-Duffaut Straße 17
35578 Wetzlar
Telefon: +49 6441 77777
E-Mail: info@ruderwerkstatt.com
www.ruderwerkstatt.com

WERNERKAHL DIE RUDERWERKSTATT



Sichtprüfung einer carbonverstärkten Oberfläche
(Bild: HA Hessen Agentur GmbH - Jan Michael Hosan)

Projekt

Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 498/16-10) wurde im Rahmen der LOEWE - Landesoffensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben gefördert.



Exzellente Forschung für
Hessens Zukunft

TU DARMSTADT: BAUEN MIT PAPIER

Halbzeuge aus Papier und papierbasierten Verbundwerkstoffen

An hessischen Universitäten und Hochschulen arbeiten Forscher gemeinsam daran, aus Papier das Baumaterial der Zukunft zu machen.

Natürliche Materialien wie Holz oder Papier kommen seit Jahrtausenden im Bauwesen zum Einsatz und spielen auch im modernen Hoch- und Innenausbau eine wesentliche Rolle.

Papier ist ein nachwachsender und natürlicher Rohstoff, der sehr hohes Potenzial für nachhaltiges und umweltschonendes Bauen birgt. Neben ökologischen Vorteilen bietet Papier sehr gute spezifische Zugfestigkeiten und ist verhältnismäßig einfach zu funktionalisieren. Allerdings fehlen dem Werkstoff Papier im Vergleich zu etablierten Baumaterialien wie Holz die wissenschaftlichen Grundlagen wie etwa Konstruktions- und Berechnungsansätze, um im Baubereich Fuß zu fassen. Das soll sich künftig ändern.

Die Einsatzmöglichkeiten von Papier

Zu diesem Zweck fördert das Land Hessen den Schwerpunkt „BAMP! – Bauen mit Papier“. Das LOEWE-Projekt soll die Vorteile und Einsatzmöglichkeiten von Papier im Bauwesen eruieren und dazu beitragen, einen hessischen Technologiestandort für „Bauen mit Papier“ aufzubauen.



Knotenkonstruktion zur Verbindung von Papierhülsen für Rahmenstrukturen

Dafür arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Bereichen Architektur, Bauingenieurwesen, Chemie und Maschinenbau zusammen, die der Hochschule Darmstadt (h_da), der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) und der TU Darmstadt (TUD) angehören. BAMP! gliedert sich in sieben Teilprojekte, die von der Materialentwicklung über die Entwicklung von Halbzeugen, Bauteilen und Baugruppen bis zum Bauwerk reichen.

	Zugfestigkeit	E-Modul	Dichte	Spezifische Zugfestigkeit	Spezifischer E-Modul	Wärmeleitfähigkeit
Einheit	MPa	GPa	g/cm ³	MPa/(g/cm ³)	GPa/(g/cm ³)	W/(mK)
Beton	2,5	30	2,2	1	13,6	1,65
Baustahl ST52	510	210	7,85	65	26,8	50
Holz (Fichte)	100	11	0,6	166	18	0,13
Papier	70-90	10	0,7	100	14,3	0,1-0,3
Papierverbundwerkstoffe	130-260	11-22	1,2	108-216	9,2-18,4	-

Mechanische Eigenschaften ausgewählter Baustoffe



„Papier ist nachhaltig. Durch den Leichtbau mit Papier werden für die Papierindustrie neue Märkte erschlossen.“

Prof. Dr.-Ing. Samuel Schabel, Technische Universität Darmstadt,
Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik

Beispielsweise ist der Fachbereich Maschinenbau und Kunststofftechnik der Hochschule Darmstadt in Teilprojekt 3 damit befasst, Halbzeuge aus Papier und papierbasierten Verbundwerkstoffen herzustellen und zu optimieren. Die Halbzeuge sollen so verbessert werden, dass sie den Anforderungen am Bau und in der Weiterverarbeitung zu komplexen Bauteilen gerecht werden. Deshalb legen die Entwickler besonderes Augenmerk auf mechanische Eigenschaften wie Bauteilsteifigkeit und -festigkeit.

Sandwichstrukturen aus verstärktem Papier

Eine Möglichkeit, das Papier zu verstärken, ist die Integration von Endlosfasern aus Papier oder naturbasierten Werkstoffen wie Jute oder Flachs. Die Verstärkungsfasern können dabei lokal als Papiergarne oder Papierkorde entlang der zuvor identifizierten Lastpfade oder flächig als Gewebe verwendet werden.

Aus den verstärkten plattenförmigen Halbzeugen können Sandwichstrukturen hergestellt werden, die genau den gewünschten Anforderungen entsprechen. Einzelne Sandwich-Schichten können zudem mit speziellen Eigenschaften versehen werden, die etwa vor Wasser und Hagel schützen.

BAMP! hat bereits erste Erfolge vorzuweisen: So haben die Forscher Demonstratoren zu verschiedenen Anwendungsgebieten entwickelt, darunter 1:1-Modelle aus Papierwerkstoffen. Sie sollen als erste Grundlage für den gemeinsamen Forschungsprozess dienen. Auch erste Halbzeuge konnten sie bereits herstellen.

Kontakt

Technische Universität Darmstadt
Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische
Verfahrenstechnik (PMV)
Prof. Dr.-Ing. Samuel Schabel
Alexanderstraße 8
64283 Darmstadt
Telefon: +49 61516 22580
E-Mail: pmv@papier.tu-darmstadt.de
www.pmv.tu-darmstadt.de



Sandwichstruktur aus flachsfaserverstärktem Papier

Projekt

LOEWE-Schwerpunkt BAMP! / Bauen mit Papier
Technische Universität Darmstadt (Federführung),
Hochschule Darmstadt, Technische Hochschule
Mittelhessen



Exzellente Forschung für
Hessens Zukunft

EVONIK RESOURCE EFFICIENCY GMBH: LEICHT UMGESETZT

FEM-Berechnung von
Faserverbundbauteilen

Leichtbaulösungen sind heutzutage in vielfältigen Anwendungsgebieten gefragt. Doch selten ist „Leichtbau um jeden Preis“ gefordert. Vielmehr kommt es in der Regel darauf an, eine Balance zwischen Herstellkosten, Prozesssicherheit und Bauteilgewicht zu erreichen.

Um die nötigen mechanischen Eigenschaften zu gewährleisten, ersetzen Sandwichkonstruktionen immer häufiger Bauteile, die bisher aus einem einzigen Material, meist Metall, gefertigt waren. Sie bestehen aus einem Kern und zwei dünnen Deckschichten aus Faserverbundwerkstoffen oder auch anderen Werkstoffen mit hoher Zugfestigkeit. Hat das verwendete Kernmaterial ein geringes Gewicht, erlangt das Endbauteil eine hohe mechanische Performance, ist aber gleichzeitig wesentlich leichter als die komplett faserbasierte Ausführung.

Body in White in Hybridbauweise



Das Kernmaterial beeinflusst die Leistungsfähigkeit von Sandwichkonstruktionen stark. Über die mechanische Performance hinaus sollte der Sandwichkern bzw. das gesamte Sandwichbauteil wirtschaftlich produziert werden können. Bisher werden polymere Hartschaumstoffe für Sandwichbauteile meist in Blöcken hergestellt und durch einen weiteren Bearbeitungsschritt, etwa CNC-Fräsen, in die gewünschte Form gebracht. Durch das hohe Maß an manueller Formung und den relativ hohen Verschleiß sind die Herstellkosten für eine Produktion in großem Maßstab zu hoch. Daher hat Evonik zur Herstellung komplexer Geometrien ein neues In-Mold-Foaming-Verfahren (IMF) für seinen Hartschaumstoff entwickelt. Für ROHACELL® Triple F wird ein PMI-Granulat in der gewünschten Dichte in einer Form zum fertigen Schaumstoffkern ausgeschäumt.



„Unser Ziel ist es, durch FEM-Simulationen eine bessere Werkstoffausnutzung zu erreichen und den Entwicklungsprozess effizienter zu gestalten.“

Dr. Arnim Kraatz, Evonik Resource Efficiency GmbH

Metallische Einsätze, beispielsweise Gewindeinserts, können direkt während des Aufschäumprozesses integriert werden. ROHACELL® Triple F ist mit handelsüblichen Harzen, zum Beispiel Epoxidharz, kompatibel. Aber auch thermoplastische Materialien können als Deckschicht direkt in die Form eingelegt werden.

Durch die auch bei erhöhter Temperatur herausragenden mechanischen Eigenschaften lässt sich dieser Schaum auch mit Hochdruck-RTM oder im Nasspressverfahren einsetzen, so dass Sandwichbauteile für die Automobilindustrie, beispielsweise in Karosserie, Fahrgestell und Anbauteilen, schnell und effizient in kommerziellen Mengen von 1.000 bis 50.000 Stück pro Jahr mit leichten Schaumstoffkernen produziert werden können. Erste Sandwichbauteile mit ROHACELL Triple F Kernen werden seit 2015 in Serie hergestellt.



Mit ROHACELL® Triple F können hochleistungsfähige CFK-Serienteile im In-Mold-Foaming-Prozess kostengünstig hergestellt werden wie die Hutablage des Audi R8 Spyder.

Kontakt

Evonik Resource Efficiency GmbH
High Performance Polymers
Dr. Arnim Kraatz
Kirschenallee 45
64293 Darmstadt
Telefon: +49 6151 18-4555
E-Mail: arnim.kraatz@evonik.com
www.evonik.com



Domstrebe mit ROHACELL® Triple F Schaumkern

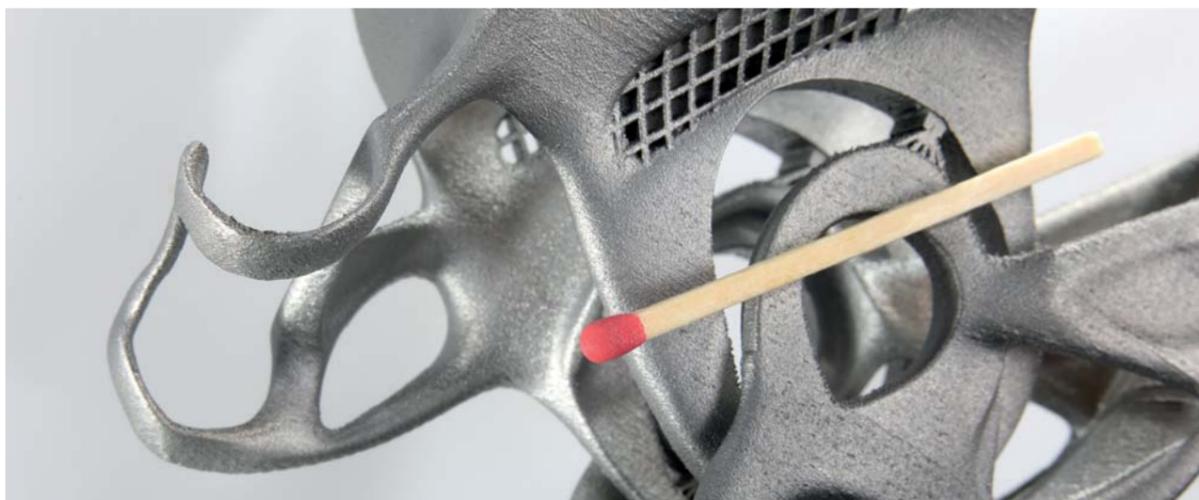
EDAG ENGINEERING GMBH: ULTRALEICHT UND ULTRASICHER

Ein Motorhaubenscharnier mit aktiver
Haubenfunktion

Mit LightHinge+ hat die EDAG Engineering GmbH ein Motorhaubenscharnier entwickelt, das Leichtbau und Fußgängerschutz vereint. Möglich machte das die additive Fertigung.

Die EDAG ist ein unabhängiges Entwicklungsunternehmen der globalen Automobilindustrie. Sie bedient führende Fahrzeughersteller und -zulieferer. Das Unternehmen bietet Ingenieurdienstleistungen in den Segmenten Vehicle Engineering (Fahrzeugentwicklung), Electric/ Electronics (Elektrik/Elektronik) und Production Solutions (Produktionslösungen).

Für das Projekt LightHinge+ hat sich die EDAG mit dem voestalpine Additive Manufacturing Center und Simufact Engineering zusammengeschlossen, um Nutzen und Potenzial von additiven Fertigungstechnologien in der Automobilproduktion aufzuzeigen. LightHinge+ ist ein Motorhaubenscharnier, das in pulverbettbasierter, metallischer additiver Fertigung hergestellt wird. Es vereint Ultra-Leichtbau und aktive Haubenfunktion für den Fußgängerschutz im Bereich der Kleinserienfertigung.



50 Prozent Gewichtsvorteil

Motorhauben-Scharniersysteme sind aufgrund der hohen Anforderungen an Sicherheit und Funktionalität sehr komplex. Die EDAG hat die Topologie der Bauteilstruktur optimiert, um einen Gewichtsvorteil zu erreichen. Mittels bionischer Prinzipien wurde ein Gewichtsvorteil von 50 Prozent gegenüber der Referenzbauweise in Blech erzielt.

Die Topologie-Optimierung berechnet anhand der tatsächlichen Belastungen den minimalen Materialbedarf des Scharniers. Die daraus resultierenden Geometrien erfordern viele Stützstrukturen, die im Projekt auf ein Minimum reduziert werden konnten.

Im additiven Fertigungsprozess entstehen durch den konzentrierten Wärmeeintrag mit hohen Aufheiz- und Abkühlraten Verzug und Eigenspannungen im Bauteil. Ein nicht verzugkompensiertes Scharnier kann so Abweichungen von ein bis zwei Millimetern vom CAD-Modell aufweisen.

Ultimative Funktionsintegration: Additiv gefertigte Losbrechstruktur statt komplexer Gelenk-Kinematik in Blech für die aktive Haubenfunktion



„Additive Manufacturing wird das Rapid Prototyping und Rapid Tooling überholen und die klassischen Fertigungsverfahren und konstruktiven Gestaltungsmöglichkeiten um eine neue Dimension erweitern.“

Dr.-Ing. Martin Hillebrecht, Abteilungsleiter Competence Center/Innovation der EDAG Engineering GmbH

Mit Simufact Additive können der eigentliche Druckvorgang und die nachfolgenden Prozessschritte simuliert und damit Verzug und Eigenspannungen vorhergesagt werden.

Auf Basis des simulierten Verzugs wurde die Bauteilgeometrie negativ vorverformt, um so die Formabweichungen der gedruckten Scharnierteile zur Sollgeometrie zu minimieren.

Höchste Präzision bereits im ersten Fertigungslos

Die Simulation des Bauprozesses hat wesentlich zur verbesserten Auslegung, Absicherung und Verzugsoptimierung des additiv gefertigten Scharniers beigetragen. Am Ende wurde eine wirtschaftliche, ressourcenschonende Fertigung mit geringer Nacharbeit erzielt. Das Scharnier ist somit nach dem laseradditiven Fertigungsprozess bereits so gut wie einsatzbereit.

Ein wesentliches Merkmal des LightHinge+ stellt die Integration einer aktiven Haubenfunktion dar. Kollidiert ein Fußgänger mit dem Fahrzeug, wird ein pyrotechnischer Aktuator ausgelöst. Der entstehende Freiraum federt den Aufprall des Fußgängers ab. Die Folge ist eine komplexe Scharnierkinematik. Statt dessen sind in LightHinge+ aber nur spezielle Losbrechstrukturen integriert. Durch die Krafteinwirkung geben sie im Crashfall einmal das zusätzliche Gelenk frei und heben die Motorhaube an.

Diese Funktionsintegration durch erfahrungsbasiertes nicht automatisierbares Vehicle Engineering reduziert die Teileanzahl auf das Wesentliche und spart der Baugruppe einen Großteil ihres ursprünglichen Gewichts.

Mit diesem Konzept eröffnet EDAG nun die weitere Zusammenarbeit mit High-End-Automobilherstellern, die an einer werkzeuglosen, variantenintensiven Fertigung komplexer Produkte interessiert sind.

Kontakt

EDAG Engineering GmbH
Dr.-Ing. Martin Hillebrecht
Abteilungsleiter Competence Center/
Director Innovation
Reesbergstraße 1, 36039 Fulda
Telefon: +49 661 6000-255
E-Mail: martin.hillebrecht@edag.de



LightHinge+



LightHinge+: Werkzeuglose Fertigung variantenintensiver Ultraleicht-Scharniere. Aus 19 Bauteilen (Blech, 1.450 g) werden nur sechs (AM, 720 g).

7.10 MEFEX GMBH: KONSTRUKTIONSPROBLEME LÖSEN

Dienstleistungen für Projekte mit
Faser-Kunststoff-Verbund

Die MeFeX GmbH aus Weiterstadt unterstützt Unternehmen bei sehr spezifischen Fragestellungen im Bereich der Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV). Dafür unterhält das Unternehmen einen Pool ausgewiesener Fachleute.

Leichtbau spielt in vielen Bereichen eine immer wichtigere Rolle. Um den Zielen des Leichtbaus gerecht zu werden, können unter anderem Verbundwerkstoffe eingesetzt werden. Stärker als bei metallischen Werkstoffen können Konstrukteure die Fertigungseigenschaften von Faser-Kunststoff-Verbunden selbst bestimmen. Hinzu kommt ein deutlich komplexeres Werkstoffverhalten.

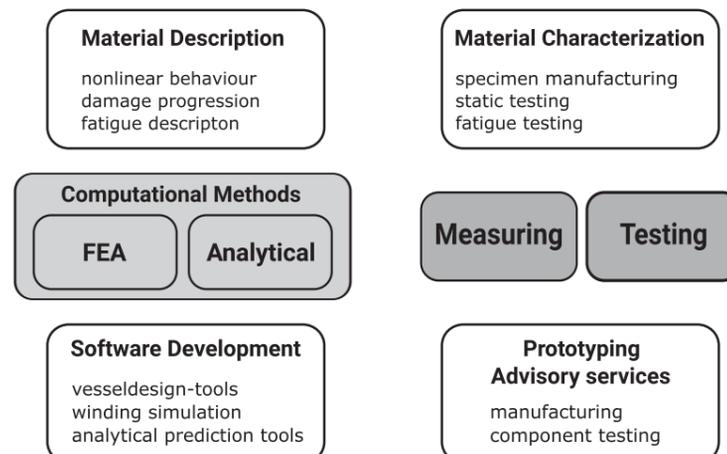
Um höhere Werkstoffkosten zu rechtfertigen, müssen die Entwickler die Vorteile des Werkstoffs optimal nutzen. Das gewährleistet ein umfassender Auslegungsprozess,

der Werkstoffeigenschaften, Fertigungseinflüsse und spezielle konstruktive Möglichkeiten von FKV kombiniert.

Komplexes Werkstoffverhalten

Die Kompetenzen der MeFeX GmbH liegen in der fasergerechten Auslegung und Konstruktion, der Probekörperherstellung, der Werkstoffprüfung und im Prototypenbau.

Für die Berechnung mittels Analytik und der Finiten-Elemente-Methode bietet das Unternehmen Lösungen, die komplexes, nichtlineares Werkstoffverhalten bestmöglich abbilden. Neben der statischen Versagensanalyse von FKV-Bauteilen beraten die Mitarbeiter zur Bestimmung von Schwingfestigkeiten.



Leistungsspektrum der MeFeX GmbH



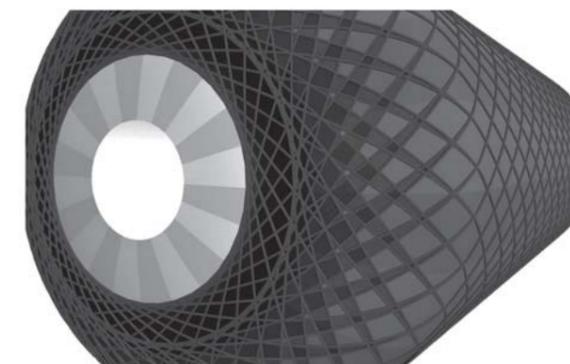
„Die größte Leichtbaugüte erreicht man immer durch die Betrachtung des individuell angefertigten Werkstoffs und der gesamten Konstruktion.“

Dr.-Ing. Daniela Feldten, Geschäftsführerin der MeFeX GmbH

Faserverstärkte Hochdruckbehälter

Die MeFeX GmbH wendet ihre Methoden unter anderem bei der Berechnung von faserverstärkten Hochdruckbehältern an. Mit einer Fertigungssimulation berechnet das Unternehmen die Faserverteilung im Bauteil. Angeschlossene analytische und numerische Berechnungsverfahren bilden das komplexe Versagen des Werkstoffs detailliert ab und unterscheiden zwischen kritischer und tolerierbarer Schädigung.

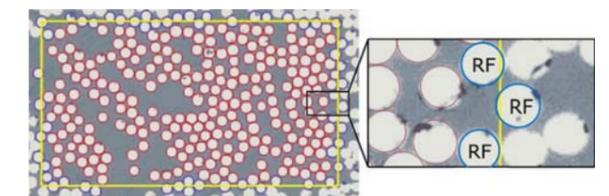
Dank einer Kennwertermittlung, die speziell auf das Fertigungsverfahren abgestimmt ist, können FKV-Hochdruckbehälter exakt berechnet werden. Das ermöglicht deutlich leichtere und kostengünstigere Behälter bei gleicher Sicherheit.



Über eine neu entwickelte virtuelle Wickelsimulation der Behälterfertigung können alle Bandpositionen genau berechnet werden. Diese Daten bilden die Grundlage für weiterführende analytische und numerische Berechnungen des Behälters.

Kontakt

MeFeX GmbH
Dr.-Ing. Daniela Feldten
Egerländer Straße 6
Industriegebiet Wolfskaute
64331 Weiterstadt
Telefon: +49 6150 8309136
E-Mail: info@mefex.de
www.mefex.de



Um ein Faser-Kunststoff-Verbund-Bauteil zu berechnen, muss der Faservolumenanteil in Versuchen bestimmt werden. Im Gegensatz zur Glühverlustbestimmung ist mit Hilfe optischer Verfahren auch eine lokale Bestimmung möglich.

7.11 FINOBA AUTOMOTIVE: DIE SCHRITTE NACH DEM GUSS

Leichtbauteile aus Aluminium und
Magnesium bearbeiten

Mit der kompletten Bearbeitung von Leichtbaukomponenten ermöglicht die FINOBA Automotive GmbH den Bau leichter, verbrauchsärmerer Autos.

Leichtbau ist eines der zentralen Zukunftsthemen der Automobilindustrie. Unabhängig vom Antrieb stellt das Fahrzeuggewicht den entscheidenden Faktor für Verbrauch und Reichweite dar. Hohes Einsparpotenzial bei vergleichsweise geringen Kosten verspricht die Verwendung von Leichtmetallen wie Aluminium oder Magnesium.

Im Vergleich zu Bauteilen aus Stahl sparen im Druckgussverfahren hergestellte Aluminium-Federbeinstützen an der Vorderachse rund 20 Kilogramm Gewicht pro Fahrzeug. Da größere Bauteile ein noch höheres Einsparpotenzial versprechen, ist der Anwendungsbereich für Druckgusskomponenten in den letzten Jahren stetig gewachsen. Heute umfasst er nahezu alle Baugruppen im Bereich der Struktur- und Fahrwerksteile sowie der Antriebskomponenten.



Europas größte Durchlaufwärmehandlungsanlage für
Strukturteile in Baunatal bei Kassel

Ein Dutzend Bearbeitungsschritte

Vor dem Einbau müssen Druckgussbauteile aus Aluminium oder Magnesium intensiv bearbeitet werden. In den relevanten Bereichen verfügen Bauteile aus Aluminiumguss zwar über die gleichen Materialeigenschaften wie etwa Stahl, müssen hierzu jedoch einer Wärmebehandlung unterzogen werden: In einem zweistufigen Verfahren aus Lösungs- und Auslagerungsglühen erhalten die Aluminiumteile ihre endgültigen Materialeigenschaften.

Ein weiteres Beispiel für die Bearbeitung von Druckgussbauteilen ist die Wasch- und Beizpassivierung. Die homogene Oberfläche des Bauteils macht es möglich, es anschließend mit anderen Bauteilen zu einem fertigen Fahrzeug zu verbinden. In vielen Fällen sind bis zu ein Dutzend Bearbeitungsschritte in komplett automatischer Verkettung nötig, bevor das Bauteil fertig ist. Vor allem die Bearbeitung sogenannter Strukturbauteile, also von Teilen des Chassis und der Fahrwerkskomponenten, ist besonders umfangreich und komplex.



Wasch- und Beizpassivieranlage



„Mit der kompletten Bearbeitung nach dem Guss unterstützen wir die Hersteller beim nächsten Schritt im Automobilleichtbau.“

Dipl.-Ing. Guido Barde, Vorsitzender der Geschäftsführung
von FINOBA Automotive

Aus Rohteilen werden Fertigteile

Die FINOBA Automotive GmbH übernimmt in der Großserie der Lohnbearbeitung sämtliche Bearbeitungsschritte nach dem Guss. Das Unternehmen macht aus Rohteilen Fertigteile und liefert sie für die Kunden direkt ans Montageband. Mit der Bearbeitung aus einer Hand unter einem Dach reduziert FINOBA Qualitätschnittstellen und den logistischen Aufwand für die Kunden, zu denen unter anderem Audi, Porsche, BMW oder Daimler gehören.

Das Unternehmen ist in den letzten Jahren stetig gewachsen und beschäftigt heute rund 650 Mitarbeiter an vier Standorten in Deutschland. Am Hauptsitz in Baunatal bei Kassel hat es vor zwei Jahren Europas größte Durchlaufwärmehandlungsanlage für Strukturteile in Betrieb genommen.

Modul- und Systemlieferanten

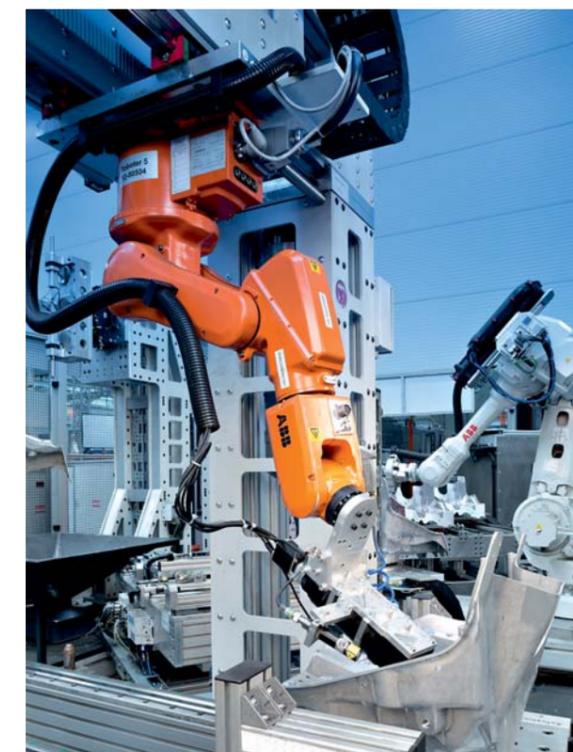
Aktuell investiert FINOBA 20 Millionen Euro in den Standort Kassel, wo das Unternehmen die neueste Drei- und Vierzylinder-Motorengeneration für Benzin und Hybridfahrzeuge des Volkswagen-Konzerns bearbeitet. Insgesamt über 600.000 Stück pro Jahr, über einen Zeitraum von acht Jahren.

Als nächstes wollen sich die Bearbeitungsspezialisten zum Modul- und Systemlieferanten entwickeln. Als Pionier bei der Bearbeitung von Leichtbaugussteilen blickt FINOBA diesem Ziel zuversichtlich entgegen. Die rasante Entwicklung der Druckgusstechnik und die steigende Komplexität bei der Bearbeitung von Bauteilen führen das Unternehmen zu immer komplexeren Systemangeboten.

Kontakt

FINOBA Automotive GmbH
Thorsten Briele, Leiter Marketing- und
Unternehmenskommunikation
Großenritter Straße 35
34225 Baunatal
Telefon: +49 5665 4074 100
E-Mail: info@finoba-automotive.de
www.finoba-automotive.de

FINOBA AUTOMOTIVE
We treat parts



Bearbeitung einer Federbeinstütze für den Audi Q7

INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK DER UNIVERSITÄT KASSEL: ZU UNTERSCHIEDLICH?

Kunststoff-Metall-Hybridbauteile
für komplexe Anwendungen

An der Universität Kassel arbeiten Forscher an Bauteilen, die Metall und Kunststoff zusammenbringen. Doch die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der beiden Materialien stellen sie vor Herausforderungen.

Die Abteilung Thermoplastischer Leichtbau am Fachgebiet Kunststofftechnik der Universität Kassel entwickelt Prozesse und Anwendungen unter der Prämisse der Gewichtseinsparung, der Ressourcenschonung und der Energieeffizienz.

Derzeit forscht man dort an thermoplastischen Werkstoffen, die zusammen mit metallischen Halbzeugen als Werkstoffverbundpartner für Hybridsysteme dienen. Multimaterialdesign versucht, Gewicht zu reduzieren und die Wirtschaftlichkeit eines Bauteils zu steigern, indem es die Vorteile mehrerer Materialien kombiniert, während sich die jeweiligen Nachteile der Materialien gegenseitig kompensieren. Beides zusammen hilft, Gewichts- und Kostenvorteile zu realisieren.

Einige anspruchsvolle Anwendungsgebiete des Leichtbaus konnte die Hybridtechnologie bisher allerdings noch nicht erschließen, weil sich die Materialien zu unterschiedlich verhalten. Besonders die stark unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Metall und Kunststoff stellen eine Herausforderung dar. Iherwegen konnten Hybridbauteile bisher nur bedingt in thermischen und durch korrosive Medien wie Wasser belasteten Bereichen eingesetzt werden, die hohe Dichtigkeit fordern.

Gewichtseinsparungen bis 30 Prozent

Die Forscher am Fachgebiet Kunststofftechnik wollen das Anwendungsgebiet von Hybridbauteilen auch in diese Bereiche erweitern. Durch dauerhaft dichte Kunststoff-Metall-Hybridbauteile wollen sie das Gewicht von komplex beanspruchten, medienführenden Fahrzeugkomponenten reduzieren, die in einem großserientauglichen Fügeverfahren im Spritzgießprozess hergestellt werden. Der Ansatz beruht auf Voruntersuchungen, die zeigten, dass herkömmliche Hybridbauteile keine Dichtigkeit mehr aufweisen, nachdem sie Medien und Temperatur ausgesetzt waren.



Der serienmäßige Getriebedeckel demonstriert das Leichtbaupotenzial von Kunststoff-Metall-Hybridbauteilen bei komplex beanspruchten, medienführenden Fahrzeugkomponenten.

Die Forscher untersuchten Hybridbauteile, die mit und ohne Haftvermittler gefertigt wurden, sowie den Einfluss von Oberflächen, die mittels Selective Laser Melting (SLM) strukturiert wurden. Sie konnten zeigen, dass mechanische Verkrallung bei SLM-strukturierten Oberflächen die mechanische Festigkeit erhöht. Jedoch verbesserte keine der Maßnahmen die Mediendichtheit nach kombinierter Temperatur-Medien-Exposition.



„Durch lokale Substitution metallischer Werkstoffe durch Kunststoffeinleger in belastungsarmen Bereichen können signifikante Gewichtsersparnisse erreicht werden.“

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Heim, Institut für Werkstofftechnik,
Universität Kassel

Um die Mediendichtheit zu gewährleisten, wollen die Forscher verhindern, dass sich die Komponenten an der Grenzschicht ablösen. Im nächsten Schritt soll eine flexible Zwischenschicht entwickelt werden. Diese soll die durch thermische Ausdehnung entstehenden Spannungen künftig kompensieren.

Das Potenzial einer solchen Verbindung verdeutlicht ein serienmäßiger Getriebedeckel: Bei konsequenter Bauteilauslegung ist für gehäuseähnliche Strukturen mit Gewichtseinsparungen von 15 bis 30 Prozent zu rechnen.



Hybridprobekörper zur Dichtigkeitsuntersuchung

Kontakt

Universität Kassel
Institut für Werkstofftechnik
Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Heim
Mönchebergstraße 3
34125 Kassel
Telefon: +49 561 8043670
E-Mail: heim@uni-kassel.de
www.ifw-kassel.de



7.13 TU DARMSTADT: VON WABEN, GITTERN UND ZELLKERNEN

Zelluläre Strukturen in der additiven Fertigung

In Zukunft sollen Ingenieure zelluläre Strukturen gezielt bei der Konstruktion von Leichtbauteilen einsetzen können. Das Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen der Technischen Universität Darmstadt arbeitet an Konstruktions- und Gestaltungsregeln, um das Leichtbaupotenzial der additiven Fertigung zu maximieren.

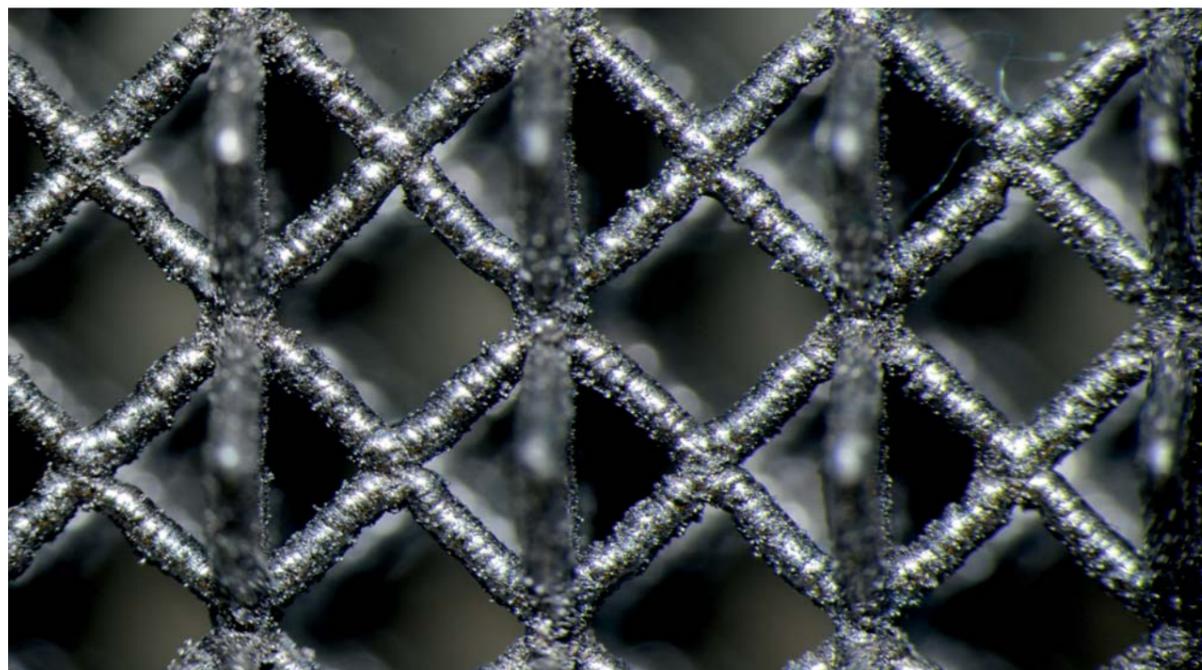
Das selektive Laserschmelzen ist ein additives Verfahren, bei dem Metallpulver schichtweise verschmolzen wird. Dadurch lassen sich in der Theorie beliebig komplexe Strukturen erzeugen. In der Realität sind allerdings zahlreiche Einschränkungen und Regeln zu berücksichtigen.

Bei der additiven Fertigung lassen sich Ingenieure gerne von der Natur inspirieren. Beim Thema Leichtbau dient

der menschliche Oberschenkelknochen als ideales Vorbild für eine last- und umgebungsadaptierte Struktur: Knochenstrukturen optimieren sich nicht nur auf der Makroebene, sondern auch auf der Meso- und Mikroebene. Indem die additive Fertigung dieses Prinzip übernimmt, erschließt sie besonderes Potenzial für den Leichtbau.

Mechanisches Verhalten vorhersagen

Dabei sind Kenntnisse über das mechanische Verhalten von additiv gefertigten Strukturen verschiedener Skalierung nötig. Das Bild rechts zeigt hierzu einfache Zugproben mit unterschiedlicher Bauteilanordnung. Das Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen erarbeitet und validiert Berechnungsmethoden, um



Seitenansicht einer additiv gefertigten Gitterstruktur aus AlSi10Mg



„Ingenieure können das volle Leichtbaupotenzial der additiven Fertigung erst nutzen, wenn sie Strukturen nicht nur global, sondern auch lokal optimieren.“

Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Mittelstedt, Fachgebietsleiter
Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen, Technische Universität Darmstadt

mechanisches Verhalten vorherzusagen und die Leichtbaugüte einer zellulären Struktur zu bewerten. Dazu sind Elementarproben nötig, um das reale mechanische Verhalten zu charakterisieren.



Zugproben aus AlSi10Mg mit unterschiedlicher Bauteilorientierung

Ziel ist es, dass Ingenieure zelluläre Strukturen bei der Konstruktion nutzen können, um mechanisch tragende Funktionen zu erfüllen oder fertigungstechnische Restriktionen zu kompensieren. Zelluläre Strukturen können dreidimensionale Gitter, aber auch zweidimensionale Zellkerne wie zum Beispiel Honigwabenkerne sein. Das Bild rechts zeigt beispielhaft eine Bauplattform mit Gitterstrukturen, die auf ihre mechanischen Eigenschaften untersucht werden müssen.

Durch die hohe Anzahl möglicher Orientierungen im Bauraum ergeben sich zahlreiche Anwendungsfälle für eine leichtbaugerechte Strukturintegration. Das gilt besonders für zweidimensionale Strukturen. Dabei sind insbesondere fertigungstechnologische Herausforderungen wie Pulveranhaftungen zu untersuchen, welche im Bild rechts dargestellt sind.

Die Methoden der Strukturauswahl zur Vorhersage des mechanischen Verhaltens zellulärer Strukturen sowie zur Mehrziel- und Multiskalenoptimierung werden vom Fachgebiet regelmäßig veröffentlicht und können zur Auslegung genutzt werden.

Kontakt

Technische Universität Darmstadt

Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau
und Bauweisen

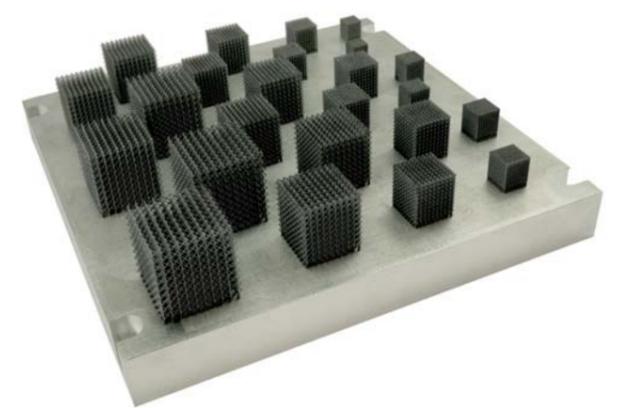
Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Mittelstedt
Otto-Berndt-Straße 2

64287 Darmstadt

Telefon: +49 6151 16-22020

E-Mail: sekretariat@klub.tu-darmstadt.de

www.klub.tu-darmstadt.de



Bauplattform mit Gitterstrukturen unterschiedlicher Zellweite

7.14 FRANKFURTER FORSCHUNGSINSTITUT (FFin): BAUEN MIT TEXTILIEN UND SCHÄUMEN

Geschäumte 3D-Textilien für Leichtbau in der Architektur

Am Frankfurter Forschungsinstitut (FFin) arbeitet Professorin Claudia Lüling mit ihren Kolleginnen an Bauelementen aus 3D-Textilien, die bei Bedarf mit Schaum verstärkt werden können.

Das FFin ist Teil des Fachbereichs 1 der Frankfurt University of Applied Sciences. Kompetenzen liegen im Bereich nachhaltige Architektur und Bauen: von der Gestaltung über die Konstruktion und das Tragwerk bis hin zum digitalen Management von räumlichen Prozessen. Ein Forschungsschwerpunkt ist der textilbasierte Leichtbau und das Thema FabricFoam®.

Ansprechpartnerin sind Prof. Dipl.-Ing. Claudia Lüling aus dem Studiengang Architektur, Prof. Dr.-Ing. Agnes Weilandt (Tragwerksplanung) und Prof. Dr.-Ing. Petra Rucker-Gramm (Bauphysik).

FabricFoam® beschäftigt sich mit geschäumten Materialien im Verbund mit dreidimensionalen Textiltechniken, zum Beispiel Abstandstextilien. Diese bestehen aus zwei Deckschichten, die über Polfäden auf Abstand gehalten

werden und so individuell konfigurierbare Hohlräume bilden. Ihre lokal definierbare Material- und Fasergeometrie bietet ungeahnte Möglichkeiten. Je nach Anordnung der Textillagen und im Verbund mit anderen Materialien haben Abstandstextilien das Potenzial, integrativ Funktionen eines Außenwandelements zu übernehmen.

Selbsttragende und dämmende Bauelemente

Zusammen mit leichten Dämm- und Konstruktionschäumen werden Abstandstextilien zu einem zug- und druckstabilen, zugleich dämmenden Materialverbund. Das unterscheidet sie deutlich von den klassischen, rein zugbeanspruchten Membrankonstruktionen ohne klimatischen Mehrwert.

Es entstehen vorgefertigte, selbsttragende und dämmende Bauelemente, bei denen das Textil als verlorene Schalung die Oberflächenstruktur und das äußere Erscheinungsbild bestimmt.



Teilgeschäumte Abstandstextilien für Leichtbauanwendungen in der Architektur (Bild: Tobias Etzer)



„Unser Ziel heißt: 'Architecture Fully Fashioned' - Textilbasierter Leichtbau mit klimatisch und räumlich adaptiven Gebäudeelementen.“

Prof. Dipl.-Ing. Claudia Lüling, Professorin für Entwerfen und Gestalten an der Frankfurt University of Applied Sciences

Erste Ergebnisse wurden im Projekt „3dTEX - Textiles Leichtwandelement“ der Forschungsinitiative Zukunft Bau erzielt: Es entstanden einlagige textile Leichtwandelemente aus geschäumten und plastisch verformten Abstandsgewirken sowie zweilagige planare Abstandsgewebe, die ausgeschäumt zusätzlich zur Trag- und Dämmschicht eine integrierte Hinterlüftungsebene bieten. Es konnte festgestellt werden, dass im gezielten Zusammenspiel von Fasern und Schäumen zudem ein hohes Gradientenpotenzial liegt.

Faltbar und energetisch wirksam

Ein zweites Projekt beschäftigt sich mit reversibel faltbaren Abstandstextilien für Sonnenschutzelemente: „ReFaTex - Reversibel faltbare, energetisch wirksame 3D-Textilien im Baubereich“ wird durch die Förderlinie Innovationsfonds Forschung unterstützt und im März 2018 abgeschlossen. Hier geht es um die Herstellung von ultraleichten, aber stabilen Elementen für den Öffnungsbereich, die zudem faltbar und bei Bedarf adaptiv sind. Sie können opak oder transluzent, gedämmt oder ungedämmt hergestellt werden.

Je nach Dämmstandard und Stabilität können sie konstruktiv und bereichsweise mit Schaum verstärkt werden. Transluzenz und Faltung funktionieren über das Abstandstextil, wobei für die Faltung keine zusätzlichen mechanischen Scharniere benötigt werden. Das lässt robuste und wartungsarme Produkte erwarten, die den Energieverlust der Gebäudehülle deutlich reduzieren, aber dennoch im entfalteten Zustand hohe, diffuse Sonneneinstrahlung zulassen.

In Folgeprojekten sollen unter anderem gezielt Materialkombinationen aus ähnlichen Textil- und Schaumstoffmaterialien untersucht werden, um ein strukturdifferenziertes und einfach zu rezyklierendes Monomaterial zu entwickeln. Das übergeordnete Ziel ist „Architecture Fully Fashioned“: räumlich komplexe, textilbasierte Bauelemente mit geringem Montageaufwand, für die zudem licht- und wärmeleitende oder temperaturamplituden-dämpfende Materialien genutzt werden.

Kontakt

Frankfurt University of Applied Sciences

FFin, Frankfurter Forschungsinstitut

Prof. Dr.-Ing. Claudia Lüling M.A.

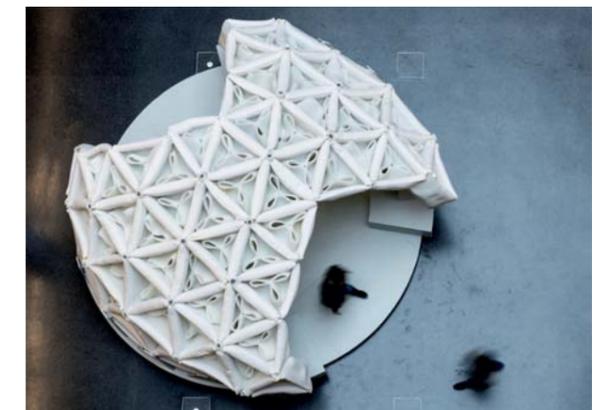
Nibelungenplatz 1

60318 Frankfurt am Main

Telefon: 069 1533 3617

E-Mail: clue@fb1.fra-uas.de

www.ffin.eu



Der Spacer Fabric Pavilion aus geschäumten 3D-Textilien (Bild: Christoph Lison)

Projekt

Dieses Projekt wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

FORSCHUNGSINITIATIVE
ZukunftBAU



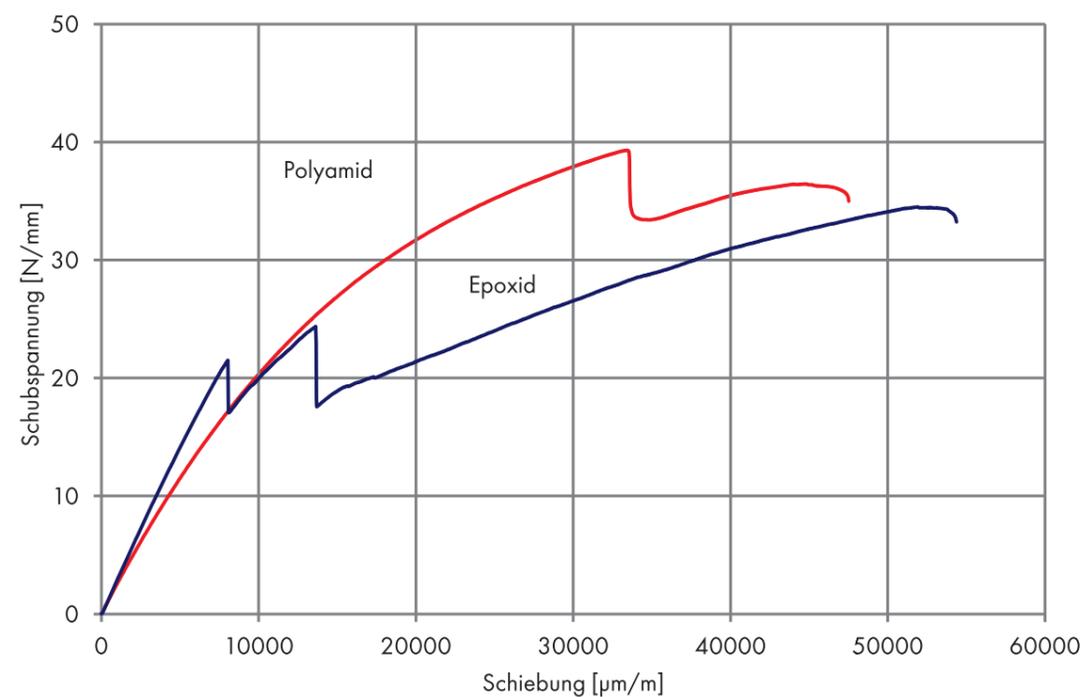
7.15 HOCHSCHULE DARMSTADT: VERLÄSSLICHE SIMULATIONEN

Das Verhalten von Leichtbaumaterialien
besser vorhersagen

Forscher vom Institut für Kunststofftechnik in Darmstadt haben gemeinsam mit einem Unternehmen daran gearbeitet, das Verhalten von belasteten Leichtbaumaterialien möglichst genau zu prognostizieren.

Um Bauteileigenschaften vorhersagen zu können, simuliert die Automobilindustrie standardmäßig das Bauteilverhalten unter verschiedenen Belastungen. Allerdings sind die Ergebnisse einer solchen Simulation nur so gut wie die verwendeten Materialmodelle und Materialdaten. Das gilt besonders für die im Leichtbau verwendeten Faser-Kunststoff-Verbunde.

Das Fachgebiet Werkstoffkunde Kunststoffe am Institut für Kunststofftechnik in Darmstadt will dazu beitragen, die Vorhersagesicherheit in diesem Feld zu steigern.



Schubspannung über Schiebung für Verbunde aus Kohlenstofffasern in einer Epoxid- bzw. Polyamid-Matrix

Dafür müssen relevante Belastungen versuchstechnisch abgebildet und ausgewertet werden.

In einem akkreditierten Prüflabor ermitteln die Mitarbeiter Kennwerte nach Normen für die Materialauswahl und die Spritzgießsimulation. Um die Materialdaten für die Struktursimulation zu ermitteln, stehen mehrere Universalprüfmaschinen mit Temperierkammern und Probeneinspannungen für Zug-, Druck-, Biege- und Schubversuche bereit, so zum Beispiel ein Schubrahmen nach DIN SPEC 4885.

Ein Fallturm für Durchstoßversuche

Mit einem solchen Schubrahmen untersuchten die Forscher aus Darmstadt im LOEWE-Projekt CoHyBA



„Leichtbau wird in immer stärkerem Maße zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen.“

Prof. Dr.-Ing. Martin Moneke, Hochschule Darmstadt,
Institut für Kunststofftechnik Darmstadt

gemeinsam mit dem Unternehmen CompoScience unter anderem die Scherspannung als Funktion der Schiebung für Kohlenstofffaser-Verbunde in einer Epoxid- und Polyamid-Matrix. CompoScience entwickelte dafür ein Simulationsverfahren, zu dem die Werkstoffkundler die verlässlichen Materialdaten beisteuerten.



Mit einem Schubrahmen nach DIN SPEC 4885 untersuchten Forscher vom Institut für Kunststofftechnik in Darmstadt die Scherspannung als Funktion der Schiebung für Kohlenstofffaser-Verbunde.

Ein weiteres Beispiel für belastungsspezifische Versuche ist ein Fallturm für Durchstoßversuche, der so umgebaut wurde, dass dynamische Drei-Punkt-Biegeversuche möglich sind.

Zudem wurde der Prototyp eines Komponententests entwickelt, bei dem Bauteile mit sehr geringen Massen bis zu einem Kilogramm und mit hohen Geschwindigkeiten von rund acht Metern pro Sekunde belastet werden können. Die Messwertaufnahme wird dabei mit optischen Messverfahren auch nach der Methode der digitalen Bildkorrelation erfolgen.

All das sind Ansätze, um reproduzierbare und spezifische Materialdaten für eine verlässliche Simulation bereitzustellen.

Kontakt

Hochschule Darmstadt

Institut für Kunststofftechnik Darmstadt
Werkstoffkunde Kunststoffe
Prof. Dr.-Ing. Martin Moneke
Haardtring 100
64295 Darmstadt
Telefon: +49 6151 16-38564
E-Mail: martin.moneke@h-da.de
www.h-da.de



Projekt

Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 476/15-18) wurde im Rahmen der LOEWE - Landesoffensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben gefördert.



INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFTECHNIK DARMSTADT: LEICHTER FÜRS KLIMA

Leichtbau bei Autos durch Strukturoptimierung von Spritzgießformteilen

Das Institut für Kunststofftechnik Darmstadt prüft Fertigungsverfahren auf ihre Tauglichkeit für den Leichtbau bei Autos. Auf diese Weise soll die CO₂-Emission reduziert werden.

Kohlendioxid (CO₂) treibt den Klimawandel voran, deshalb wird es immer wichtiger, den Ausstoß zu reduzieren. Innerhalb der Europäischen Union trägt allein der Straßenverkehr 23 Prozent zur CO₂-Emission bei. Das Institut für Kunststofftechnik Darmstadt führt in Kooperation mit der Industrie viele Forschungsprojekte durch, die sich mit diesem Thema befassen.

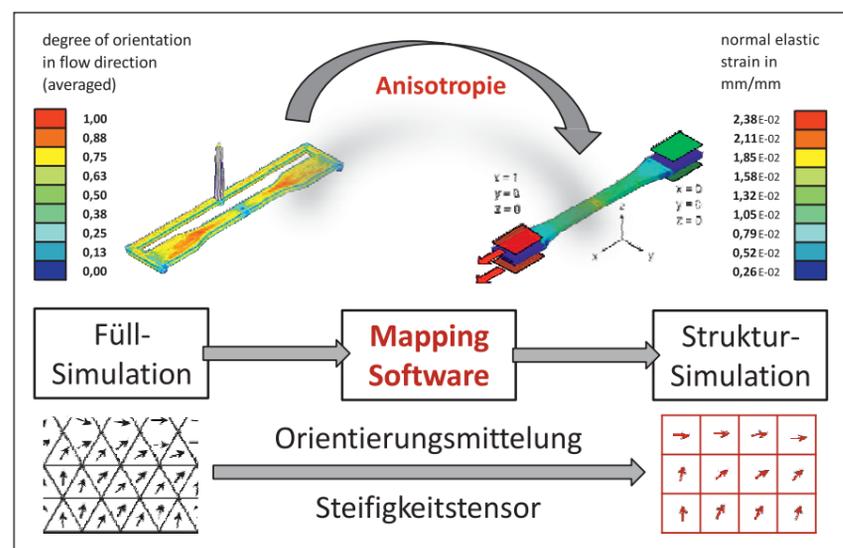
Der Fahrzeugbau erreicht CO₂-Reduktion in erster Linie durch Gewichtseinsparungen. Sehr effizient gelingt das in Spritzgussverfahren, bei denen die Entwickler innovative Fertigungsverfahren mit integrativer Simulation

kombinieren. Grundsätzlich wird dabei der ganzheitliche Ansatz betrachtet.

Schäumen und Gasinjektion

Die Forscher untersuchen Fertigungsverfahren wie das Schäumen von Kunststoffen, die Gasinjektionstechnik oder das Hybridspritzgießen auf ihre Tauglichkeit für den Leichtbau im Automobilbau.

In Kombination mit Strukturanalyse und Verfahrenstechnologien ermöglicht die integrative Simulation eine gezielte Topologie-Optimierung. Mittels Simulation lassen sich heute ganz neue Formteilgeometrien entwickeln, die gewichtsoptimiert auf den jeweiligen Belastungsfall ausgelegt werden.



Simulationstechnologie: Der Integrative Ansatz



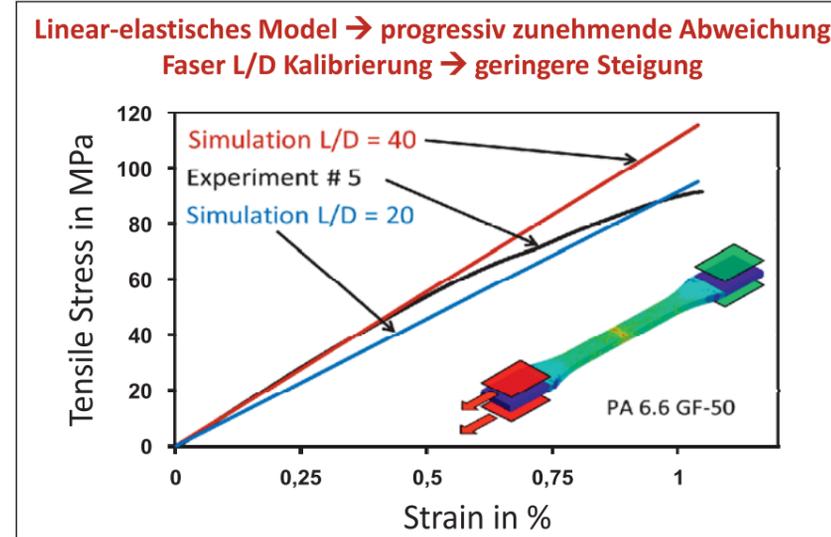
„Durch die gezielte Kombination von innovativen Verfahren und Materialien können strukturoptimierte Formteile neue Leichtbaupotenzialen eröffnen.“

Prof. Dr. Thomas Schröder, Institut für Kunststofftechnik Darmstadt

Das Institut für Kunststofftechnik Darmstadt nutzt bei Strukturanalysen die Berechnung via Finite-Elemente-Methode und nutzt die Ergebnisse für die topologische Bauteiloptimierung. Die Forscher führen Versuche für Leichtbauformteile durch und stellen Probekörper zur Vergleichsmessung her. In einem ersten Schritt werden die simulierten Ergebnisse mit den realen Messergebnissen verglichen und die Modelle entsprechend gefittet. Wie die Ergebnisse zeigen, liegen die Simulationsergebnisse sehr nah an den gemessenen Werten. Dabei kommt unter anderem auch die additive Fertigung zum Einsatz.

Kontakt

Hochschule Darmstadt
 Institut für Kunststofftechnik Darmstadt ikd
 Prof. Dr. Thomas Schröder
 Haardtring 100
 64295 Darmstadt
 Telefon: +49 6151 1638523
 E-Mail: thomas.schröder@h-da.de
<https://fbmk.h-da.de/forschung>



Spannungs-Dehnungsdiagramm: Vergleich der Simulation mit der Messung

7.17 HOCHSCHULE DARMSTADT: GANZHEITLICHE BEWERTUNG

Betriebsfester und funktions-
integrierter Leichtbau



EU JTI CleanSky Flügeldemonstrator mit einer formvariablen Vorderkante im Windkanal



EU Enlight FKV Querlenker - zirka 35 Prozent leichter als
der Serienquerlenker aus Stahlblech



Pkw-Rad mit integriertem Elektromotor



„Eine werkstoffgerechte, intelligente Leichtbaukonstruktion setzt im Konstruktions- und Auslegungsprozess experimentell verifizierte Materialdaten voraus und berücksichtigt neben Recyclingaspekten auch Fertigungs- und Montageanforderungen.“

Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter, Fachbereich Maschinenbau und
Kunststofftechnik, h_da Hochschule Darmstadt

Die Leichtbauexperten aus Darmstadt bewerten und optimieren Leichtbaustrukturen aus Sicht von Stabilität und Betriebsfestigkeit.

In der Abteilung Betriebsfester und funktionsintegrierter Leichtbau am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF und an der Hochschule in Darmstadt werden Komponenten aus faserverstärkten und unverstärkten Kunststoffen in der Ganzheitlichkeit von Werkstoff, Konstruktion, Fertigung und Einsatz bewertet.

Die Mitarbeiter untersuchen und optimieren deren Eigenschaften und Lebensdauer und berücksichtigen dabei reale, einsatzspezifische Betriebsbeanspruchungen und Umgebungsbedingungen.

Diese Prüfung kombinieren die Leichtbauexperten mit den Einflüssen von Temperatur, Feuchtigkeit und Medien, wie zum Beispiel Kraftstoff und Hydraulikflüssigkeiten. Auf Basis experimenteller Erfahrung erarbeitet die Abteilung Methoden für die rechnerische Lebensdauerabschätzung in Verbindung mit der Finite-Elemente-Methode.

Die Erkenntnisse der Betriebsfestigkeit nutzen die Experten unter anderem, um integrierte Strukturüberwachungssysteme (SHM) zu entwickeln oder für Leichtbau mit Funktionsintegration.

Kontakt

Hochschule Darmstadt
Fachbereich Maschinenbau und Kunststofftechnik
(fb mk)
Haardtring 100
64295 Darmstadt



Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Abteilung Betriebsfester und funktionsintegrierter Leichtbau
Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter
Bartningstraße 47
64289 Darmstadt
Telefon: +49 6151 705 277
E-Mail: andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de



7.18 FkL INGENIEURBÜRO SCHUMACHER: LEICHT UMGESETZT

FEM-Berechnung von Faserverbundbauteilen



„Unser Ziel ist es, durch FEM-Simulationen eine bessere Werkstoffausnutzung zu erreichen und den Entwicklungsprozess effizienter zu gestalten.“

Jana Schumacher, Geschäftsführerin des FkL Ingenieurbüros Schumacher

Mit modernen Finite-Elemente-Methoden unterstützt ein junges Ingenieurbüro dabei, Ideen gewichtsarm zu realisieren.

Das FkL Ingenieurbüro Schumacher hat sich auf Faserverbundwerkstoffe und Leichtbau spezialisiert. Das Unternehmen aus Weiterstadt hilft seinen Kunden, Produktideen in Carbon oder anderen Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) umzusetzen.

Die Ingenieure bieten unter anderem werkstoffgerechte Geometrieentwicklung, Drapiersimulation mit Ableitung der Zuschnitte, lagengenaue Berechnung von Faserverbundbauteilen mit der Finite-Elemente-Software Ansys ACP sowie die Optimierung von Laminat in Bezug auf Anstrengungen, Steifigkeit, Gewicht und Kosten.

Unterschiedliche Bruchmodi

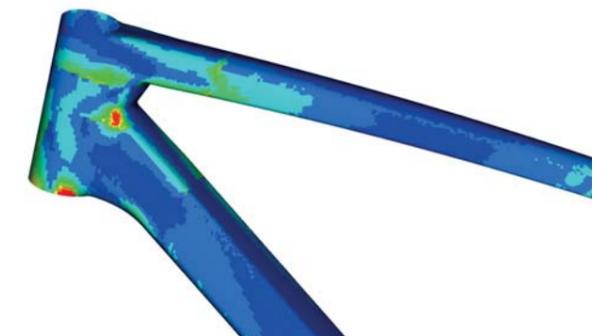
Bei der Berechnung von Bauteilen aus Faserverbundkunststoff muss sich das Unternehmen unterschiedlichen Herausforderungen stellen. Zum Beispiel versagt Laminat je nach Faserrichtung und Belastung in unterschiedlichen Bruchmodi. Außerdem streuen Materialparameter oft stark und hängen von den Fertigungsverfahren ab. Darüber hinaus sind Lasteinleitungen bei hoch ausgereizten Leichtbaukonstruktionen kritisch.

Für seine Kunden konstruiert das Unternehmen werkstoffgerechte Geometrien für ein gewünschtes Bauteil und legt es mit modernen Finite-Elemente-Methoden aus. Einer der Vorteile der FEM-Berechnung besteht darin, dass weniger Versuchsreihen mit Prototypen notwendig sind. Das senkt die Kosten bei der Entwicklung komplexer Bauteile und beschleunigt den Entwicklungsprozess.

Kontakt

FkL Ingenieurbüro Schumacher

M.Sc. Jana Schumacher
Egerländer Straße 6
64331 Weiterstadt
Telefon: +49 6150 8308984
E-Mail: info@fkl-ing.de
www.fkl-ing.de



Zwischenfaserbruchanstrengung im CFK-Laminat eines Fahrradrahmens
(Bild: FkL Ingenieurbüro Schumacher)

INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK DER UNIVERSITÄT KASSEL: NÄHER AN DIE BELASTUNGSGRENZE

Charakterisierung heterogener
Leichtbauwerkstoffe

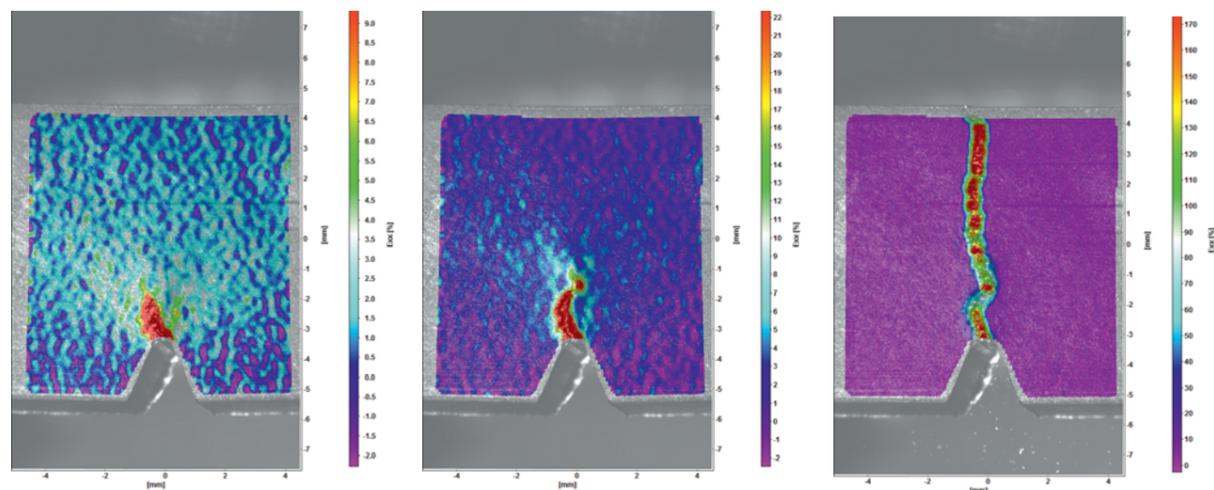
An der Universität Kassel untersuchen Forscher die Versagensmechanismen von Leichtbaustrukturen, um Bauteile künftig näher an der Belastungsgrenze auslegen zu können.

Wie können Leichtbauwerkstoffe in Zukunft sicherer und zuverlässiger gestaltet werden? Das Fachgebiet Heterogene Werkstoffe am Institut für Werkstofftechnik der Universität Kassel untersucht hierzu Polymerwerkstoffe, die wegen ihrer strukturellen Beschaffenheit eine Heterogenität aufweisen.

Das werkstoffliche Portfolio umfasst sämtliche Leichtbauwerkstoffe. Dazu zählen geschäumte, eigenverstärkte oder gefüllte und gradierte Polymere sowie Hybridwerkstoffe, vornehmlich Kunststoff-Metall-Hybridstrukturen. Dabei geht es zunächst nicht nur um spezielle Leichtbauapplikationen. Vielmehr sollen verschiedene Ansätze zur Interpretation und zum Verständnis der Versagensmechanismen auf werkstofflicher Ebene verfolgt werden. Ortsaufgelöste Analyse-

methoden wie die In-situ-Detektion von Spannungsüberhöhungen durch REM, CT oder Lichtmikroskopie werden daneben ebenso berücksichtigt wie die Betrachtung von Randzoneneffekten und Initiierungsmechanismen von Rissbildungen. Ebenfalls miteinbezogen werden zyklisch-dynamische Belastungsszenarien oder crashrelevante Spezifika sowie Alterungsbeständigkeiten mit und ohne Medien-einfluss.

Diese Fragestellungen leisten einen wesentlichen Beitrag zur Auslegung von Leichtbauwerkstoffen. Das Fachgebiet Heterogene Werkstoffe will das Kenntnisspektrum über diese Werkstoffe stärker ausbauen und dabei vor allem die Hoch- und Langzeitbeanspruchungen berücksichtigen. So wollen die Forscher die Sicherheit der betrachteten Werkstoffe erhöhen. Der Anspruch ist, zukünftig enger an die Belastungsgrenzen auslegen zu können, um Leichtbaupotenziale zu heben und dadurch effizienteren Leichtbau zu betreiben.



Risswachstum an einem gekerbten Prüfkörper aus PA66-GF35



„Leichtbau ist eine wesentliche Schlüsseltechnologie. Um diese weiter voranzutreiben, ist es essenziell, das werkstoffliche Verständnis über Leichtbauwerkstoffe auszubauen, um zukünftig effizienter an die Belastungsgrenzen auslegen zu können.“

Prof. Dr.-Ing. Angela Ries, Institut für Werkstofftechnik, Universität Kassel



Zyklisch-dynamische Materialprüfung eines kurzfaserverstärkten Kunststoffs

Kontakt

Universität Kassel
Institut für Werkstofftechnik
Heterogene Werkstoffe
Prof. Dr.-Ing. Angela Ries
Mönchebergstraße 3
34125 Kassel
Telefon: +49 561 8043675
E-Mail: angela.ries@uni-kassel.de
www.ifw-kassel.de



Institut für Werkstofftechnik
Heterogene Werkstoffe
Prof. Dr.-Ing. Angela Ries

7.20 FRAUNHOFER LBF: JEDES KILO ZÄHLT

Effektive Mobilität mit Leichtbau

Das Fraunhofer LBF macht sich um die Zukunft des Leichtbaus in der Mobilitätsbranche verdient: Das Institut weist die Zuverlässigkeit von CFK-Bauteilen in Flugzeugen nach und entwickelt zum Beispiel Primärkomponenten für Elektroautos.

Um das Gewicht von Flugzeugen weiter zu reduzieren, greifen Konstrukteure vermehrt zu kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffteilen (CFK). Entscheidend ist es, die Zuverlässigkeit dieser Komponenten im Flugbetrieb nachzuweisen. Dank eines neuartigen Strukturüberwachungssystems für eine Flugzeug-Rumpfstruktur hat das Fraunhofer LBF in Zusammenarbeit mit zwei weiteren Fraunhofer-Instituten diesen Nachweis erbracht.

Die Wissenschaftler entwickelten im Rahmen des europäischen Luftfahrtforschungsprojektes Clean Sky ein Messkonzept, das sie in einem Flugzeugrumpf installierten und erprobten. Mithilfe von optischen Messfasern und piezo-basierten Sensoren konnten sie die realen Lasten in großer Höhe ermitteln und die Struktur überwachen. Basierend auf diesen Ergebnissen ist es nun möglich, Komponenten zu optimieren und damit Gewicht zu sparen. Darüber hinaus können diese Leichtbauteile auch länger in Betrieb bleiben.

Leichtbau mit System

Ressourcenproduktivität und -effizienz sind zentrale Elemente einer Nachhaltigkeitsstrategie für Produkte, von der Herstellung, über die Nutzung bis zur Entsorgung. Im Betrieb ist das Gewicht oft von entscheidender Bedeutung. Die Fahrwiderstände eines Kraftfahrzeugs etwa, und damit der Kraftstoffverbrauch, sind unmittelbar von seiner Masse abhängig. Leichtbau wird zum konkreten Entwicklungsziel.

Effiziente Lösungen umfassen viele Aspekte: Werkstoffentwicklung und -verarbeitung, Auslegung, Konstruktion, Fertigungs- und Fügetechnologie, Bewertungs- und Nachweisverfahren, die auch unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit überzeugen müssen. Solche Aufgaben zu lösen, erfordert umfassendes Knowhow und systemisches Verständnis. Die Kenntnis relevanter Belastungszustände und -häufigkeiten ist Voraussetzung, um eine Konstruktion zu optimieren: LBF-Wissenschaftler ermitteln hierfür Lastdaten mit rechnerischen und messtechnischen Methoden. Für maschinenbauliche Produkte, insbesondere für sicherheitsrelevante Komponenten, ist Leichtbau nicht ohne Betriebsfestigkeit denkbar.



Selbst entwickeltes Konzeptfahrzeug des Fraunhofer LBF mit 10 kWh LFP-Zellen Batterie und integriertem Batterie-Managementsystem



„Intelligente Leichtbaulösungen müssen auch in sicherheitskritischen Bauteilen zuverlässig funktionieren.“

Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz, Institutsleiter, Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

So leicht wie möglich

Stahl und Eisenguss, NE-Metalle sowie Sinterwerkstoffe, aber auch Polymer- und faserverstärkte Composite-Materialien, werden in den akkreditierten Laboren des Fraunhofer LBF umfassend geprüft. Statistische Methoden und modernste zerstörungsfreie Prüfverfahren - u. a. Computertomographie - machen die Ergebnisse sicher und exakt. Mit systemischem Blick auf den Leichtbau entstehen Produkte, die so leicht wie möglich sind und für die vorgesehene Nutzungsdauer ihre Funktion sicher und zuverlässig erfüllen. Oder Bauteile mit integrierten Sensoren, Aktoren und Funktionselementen, die Wartungs- und Servicebedarf melden oder sogar aktiv in das Strukturverhalten eingreifen.

Festigkeit, Haltbarkeit und Schwingungsverhalten definieren Randbedingungen und Anwendungsgrenzen für viele Leichtbaulösungen: Das Fraunhofer LBF unterstützt bei konzeptionellen Fragestellungen, in der Entwicklung sowie abschließend bei Test und Validation.



Bodentest im Labor: Ein spezieller Messaufbau erfasst die durch Aufblasen simulierte zyklische Innendruckbelastung an einem Flugzeugrumpf. (Bild: ©Leonardo)

Kontakt

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
Bartningstraße 47
64289 Darmstadt
Telefon: +49 6151 705-0
E-Mail: info@lb.fraunhofer.de
www.lb.fraunhofer.de

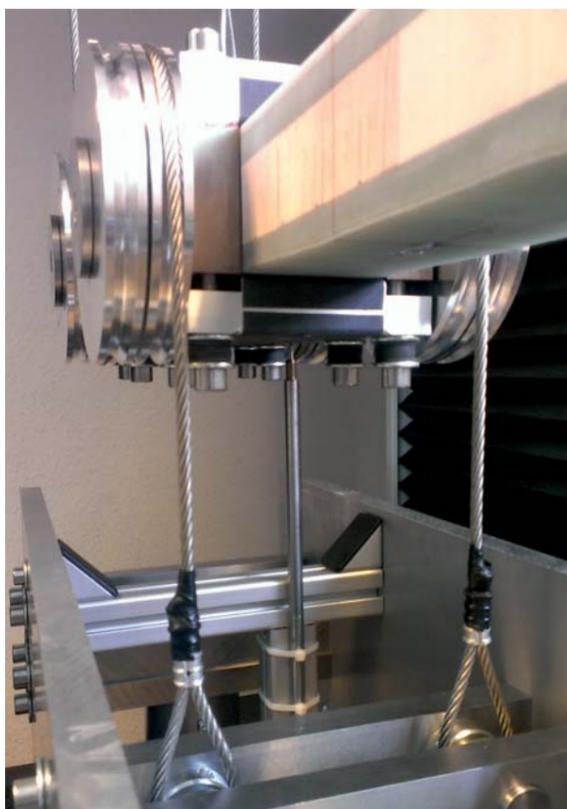


7.21 ICM-COMPOSITES GMBH & CO. KG: FLIEGENDE FASERN

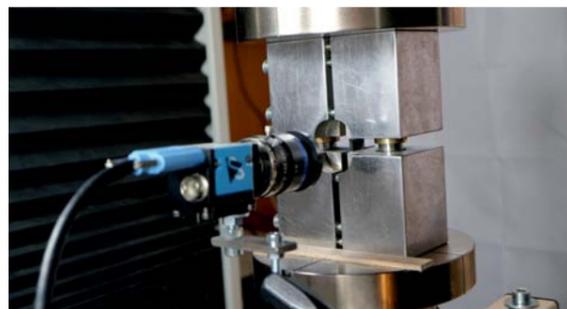
In-Situ-Festigkeiten von Faserverbundwerkstoffen

Das Ingenieurbüro ICM-Composites aus Weiterstadt wirkt am Luftfahrtforschungsprogramm des Wirtschaftsministeriums mit. Die Faserverbund-Experten wollen Leichtbauflugzeuge noch sicherer und effizienter machen.

Wie und aus welchem Faserverbundwerkstoff ein Bauteil gefertigt wird, kann den Erfolg eines Leichtbauprojekts entscheidend beeinflussen. Deshalb sollte die spätere Bauteilfertigung bereits beim ersten Konstruktionsentwurf berücksichtigt werden.



Biegeprüfung im eigens entwickelten, kundenspezifischen Sonderprüfstand



Faserparalleler Druckversuch mit optischer Dehnungsmessung über DIC (Digital Image Correlation)

Das wissen auch die Ingenieure von ICM-Composites. Die Leichtbauexperten aus Weiterstadt haben mehr als 30 Jahre Erfahrung in der Arbeit mit Faserverbund-Werkstoffen. Mit detaillierten Berechnungen, Prototypenbau, Prozessentwicklung und Bauteilprüfung unterstützen sie ihre Kunden bei deren Vorhaben.

Für Messungen und Untersuchungen stehen dem Unternehmen ein hauseigenes Faserverbund-Technikum und ein Prüflabor zur Verfügung. Am Computer entwickelte Bauteile können so auf kürzestem Wege umgesetzt und geprüft werden. Dank dieser Arbeitsweise erkennen die Ingenieure mögliche Probleme bei der praktischen Bauteilfertigung bereits im Ansatz und können sie direkt beheben.

Nur mit Faserverbunden möglich

Gewichtersparnis und freie Formgebung sind häufig die ersten Argumente für den Einsatz von Faserverbundstrukturen. Aber es gibt noch weitere: Beispielsweise machen Faserverbunde gezielt einstellbare Steifigkeiten für Rotorblattstrukturen oder bestimmte Kraft-Weg-Verläufe von Federelementen überhaupt erst möglich. Mit keinem anderen Werkstoff würden sich die gewünschten Eigenschaften realisieren lassen.

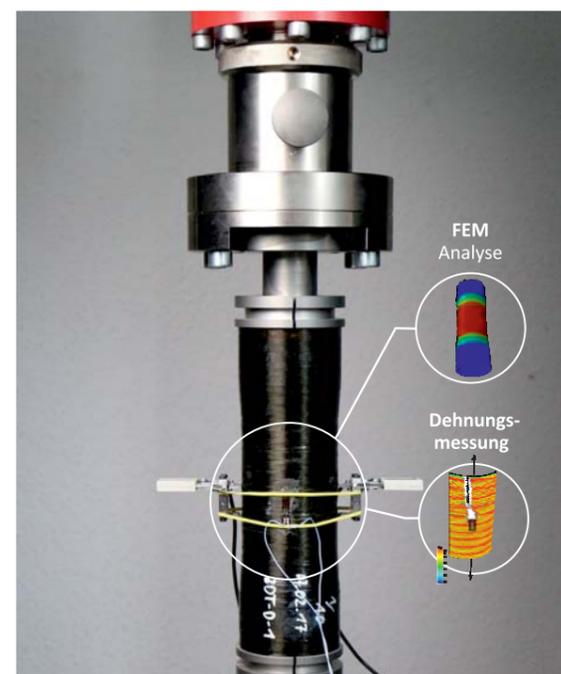


„Die Möglichkeiten und Potenziale von Faserverbundstrukturen sind immer wieder faszinierend.“

Benedict Krowarz, Entwicklungsingenieur bei ICM-Composites GmbH & Co. KG

Im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms (LUFO) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) ermittelt ICM-Composites derzeit In-Situ-Festigkeiten von Faserverbund-Schichten in realen Struktur-laminaten. Das kommt vor allem der Weiterentwicklung von Leichtbauflugzeugen zu Gute. Dank des generierten Wissens sollen sie künftig noch sicherer und effizienter durch die Luft gleiten.

Als nächstes will ICM sein Technikum und sein Prüflabor mit einem servohydraulischen Ermüdungsprüfstand ausstatten. So können die Ingenieure die noch wenig erforschten Aspekte der Betriebsfestigkeit von Faserverbunden vertieft untersuchen. Das soll helfen, die Faserverbundbauteile noch besser auf die späteren Belastungskollektive auszugleichen.



Festigkeits- und Steifigkeitsermittlung an gewickelten oder infiltrierten Rohrprobekörpern auf Zug, Druck und/oder Torsion (ZDT)

Kontakt

ICM-Composites GmbH & Co. KG

Ingenieurbüro für Leichtbau
Dr.-Ing. Christoph Möller
Egerländer Straße 6
64331 Weiterstadt
Telefon: +49 6150 8308970
E-Mail: info@icm-composites.de
www.icm-composites.de



Projekt

LUFO-Projekt GeAviBoo (General Aviation Booster):
Faserverbund-Werkstoffprüfung bei ICM
für den Leichtflugzeugbau

7.22 KARGON GMBH: LEICHTE LASTRÄDER

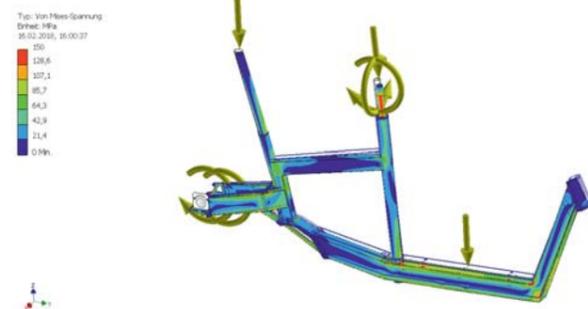
Leichtbau macht Cargo-Bikes
nutzerfreundlicher

Das junge Unternehmen Kargon aus Weiterstadt entwickelt Lastenräder, die wendig und leicht sind. Das gelingt vor allem durch spezielle Konzepte für Rahmen und Lenkung.

Handelsübliche Lastenräder erreichen nicht selten ein Gesamtgewicht von mehr als 40 Kilogramm. Viele Menschen haben Schwierigkeiten, dieses Gewicht in jeder Alltagssituation angemessen zu handhaben. Die Firma Kargon aus Weiterstadt will das ändern. Das junge Unternehmen entwickelt Lastenfahräder mit und ohne Elektroantrieb, die zugleich leicht und wendig sind.

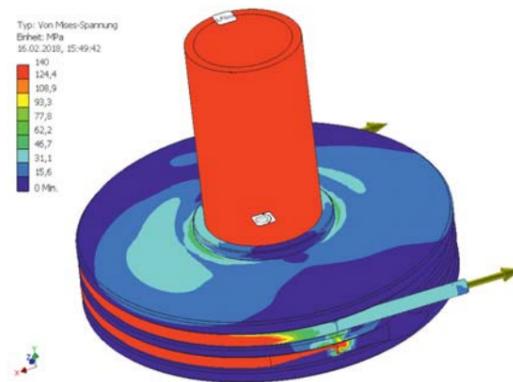
Leichtbau bei Rahmen und Lenkung

Um das Gewicht seiner Cargo-Bikes möglichst niedrig zu halten, setzt Kargon auf konstruktiven Leichtbau. Das beginnt beim Rahmen des Transportrades, der in Einholmbauweise mit zentralem Torsions- und Biegeträger ausgeführt ist. Durch eine ausführliche Analyse mit Finite-Elemente-Methode hat Kargon diese Konstruktion unter Leichtbauaspekten optimiert. Trotz einer Gesamtzuladung von 160 Kilogramm gelang es dem Unternehmen, das Eigengewicht des Lastenradrahmens unter sieben Kilogramm zu halten.



Lastenradrahmen

Für die Lenkung hat das Unternehmen ein eigenes Konzept entwickelt, das auf Leichtigkeit und Wendigkeit abzielt. Die Lenkung bedient sich eines Seilzuges, der einen Lenkeinschlag von mehr als 90 Grad ermöglicht. Das hilft dem Fahrer vor allem beim Rangieren an schwierigen oder engen Stellen, etwa vor dem Eingang eines Supermarktes. Darüber hinaus kann das Lenksystem auf jeder beliebigen Federgabel montiert werden.



Lenkrolle hinten

Vor allem Sicherheit

Auch bei der Ladung ist Leichtigkeit Trumpf: Das modulare Ladekonzept des Fahrradrahmens verfügt über fünf universelle Anbindungspunkte, an denen eine klapperfreie Transportbox mit 120 Litern angebracht werden kann. Die Ladebox besteht aus einem Aluminiumbügel mit vorgespannter Lkw-Plane und wiegt nur wenige Kilogramm. Alternativ können die Kunden aber auch eigene Lösungen montieren.

Um die Sicherheit ihrer Lastenräder unter allen Umständen zu gewährleisten, hat Kargon alle Materialien und Komponenten im Labor geprüft und ausgiebig



„Wir fertigen einen großen Teil der Fahrradteile wie etwa den Hauptrahmen und unsere Transportlösungen inhouse. Denn nur so können wir sicherstellen, dass unser Anspruch an Qualität und Zuverlässigkeit erreicht wird.“

Andreas Muth-Hegener, Mitgründer der Kargon GmbH

getestet. Alle Prüfungen führt das Unternehmen auf ge-eichten Prüfmaschinen der Firma Zwick Roell in seinem voll klimatisierten und zertifizierten Prüflabor durch. Derzeit arbeitet Kargon daran, seine Lastenräder weiter-zuentwickeln und ihnen neue Funktionen hinzuzufügen. Beispielsweise sollen weitere Ladekonzepte und eine optionale Automatikschaltung integriert werden. Auch die Möglichkeit einer weiteren Modellreihe haben die Entwickler ins Auge gefasst.

Kontakt

Kargon GmbH
Egerländer Straße 6
64331 Weiterstadt
Telefon: +49 6150 8649111
E-Mail: info@kargon.de
www.kargon.de

KARGON
CARGOBIKE MANUFACTORY



Das Lastenrad der Kargon GmbH aus Weiterstadt

7.23 CARBON-DRIVE GMBH: DIE MOTORSPINDEL VON MORGEN

Faserverbund-Lösungen im Maschinenbau

Im Werkzeugmaschinenbau sind die physikalischen Grenzen von Stahl mittlerweile ausgereizt. Die Carbon-Drive GmbH zeigt mit Vollcarbon-Motorspindeln einen Weg in die Zukunft.

Die Carbon-Drive GmbH aus Weiterstadt ist weltweit der erste Hersteller von Vollcarbon-Motorspindeln für den Werkzeugmaschinenbau. Das Unternehmen hat seine Wurzeln am Institut Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen von Prof. Dr.-Ing. Schürmann der TU Darmstadt.



Die Motorspindel ist die Kernkomponente jeder Werkzeugmaschine und ist damit entscheidend für dessen Produktivität.

Die Motorspindel ist das Herz jeder modernen Werkzeugmaschine und hat großen Einfluss auf die Produktivität und Qualität der Maschine. Sie besteht aus einer elektrisch angetriebenen Welle mit integrierter Werkzeugschnittstelle, die durch Rotation das Werkstück bearbeitet. Im Minutentakt wird die Welle bis auf 60.000 Umdrehungen pro Minute beschleunigt und wieder abgebremst.

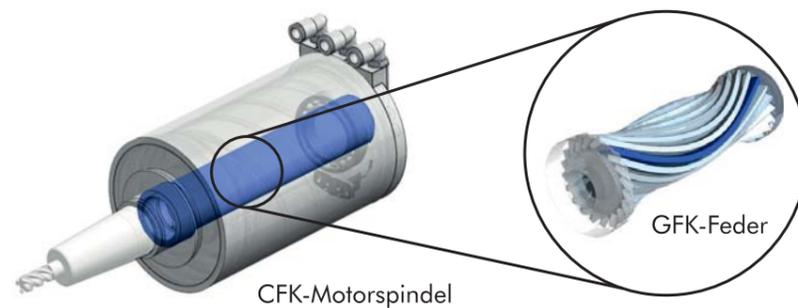
-  70 % leichter
-  95 % präziser
-  50 % schneller
-  Höhere Lebensdauer

Die Bedeutung von Motorspindeln für die deutsche Industrie versinnbildlicht ein gewöhnliches Auto, das aus rund 10.000 Einzelteilen besteht. Die große Mehrheit dieser Teile benötigt zur Herstellung eine eigene Werkzeugmaschine, die mit einer oder mehreren Motorspindeln ausgestattet ist. Die Effizienz der Bauteilfertigung hängt unter anderem von der Performance der Motorspindeln ab. Hierbei ist der Markttrend im Werkzeugmaschinenbau seit Jahrzehnten eindeutig: höhere Produktivität bei größtmöglicher Präzision, Dynamik und Oberflächengüte.

Die physikalische Grenze von Stahl

Mittlerweile sind jedoch fast alle hochbeschleunigten und -belasteten Komponenten so weit ausgereizt, dass die physikalischen Grenzen von Stahl erreicht sind. Der aktuelle Weg, durch teure Zusatzkomponenten die negativen Effekte von Stahl zu kompensieren, gelingt nur begrenzt und ist bislang nur für Nischenanwendung bezahlbar.

Beispielsweise werden aufwendige Kühlkreisläufe in die Spindelwelle integriert, um das thermische Längenwachstum der Welle zu kompensieren und damit die Wiederholgenauigkeit der Spindel zu verbessern. Dies ist vor allem in Hochpräzisionsanwendungen entscheidend, wo strenge Maßhaltigkeit und kleine Toleranzfelder sowie gute Oberflächenqualitäten gefordert sind.



CFK-Motorspindel

Schematische Darstellung einer Motorspindel inkl. GFK Federpaket zum Spannen der Werkzeuge



„In vielen anderen Branchen, wie in der Luft- und Automobilbranche, hat sich CFK schon lange durchgesetzt. Auch im Werkzeugmaschinenbau lässt sich mit CFK der nächste Technologiesprung einleiten.“

Dr.-Ing. Martin Klimach, Geschäftsführer der Carbon-Drive GmbH

Gesetzliche und gesellschaftliche Forderungen nach mehr Nachhaltigkeit und gesteigerter Ressourceneffizienz verschärfen das Problem zusätzlich: Die Maschinen sollen nicht nur produktiver und präziser werden, sondern gleichzeitig weniger Energie verbrauchen. Darum setzt die Carbon-Drive GmbH auf Motorspindeln aus Vollcarbon.

Klare Vorteile gegenüber Stahl

Das Unternehmen bietet die komplette Prozesskette von der Auslegung über die Herstellung bis zur Qualitätssicherung der Faser-Kunststoff-Verbund-Komponenten (FKV). Das Produktspektrum reicht von einfachen Komponenten wie neuartigen Glasfaser-Federn zum Spannen der Werkzeuge über ultrapräzise Carbon-Spindelwellen bis hin zu kompletten Funktionseinheiten wie Vollcarbon-Motorspindeln.

Carbon verfügt über eine hohe spezifische Steifigkeit. Es ist sehr leicht und hat durch den richtigen Faserwinkel keine thermische Dehnung. Das bietet klare Vorteile gegenüber herkömmlichem Stahl und wirkt sich unmittelbar auf die Werkzeugmaschinen aus.

Erstens führt ein um 90 Prozent verringertes Spindel-nasenwachstum zu höchstmöglichen Präzisionsergebnissen und verringert die Ausschussquoten. Zweitens reduziert der Carbon-Einsatz die Masse um 50 Prozent, was den Energieverbrauch senkt und Kosten spart. Drittens steigert Carbon alle Beschleunigungsvorgänge um 50 Prozent und verkürzt somit die Warmlaufzeiten. Die Maschinen sind also früher betriebsbereit, was die Produktivität steigert.

Ziel von Carbon-Drive ist, durch den Einsatz von Carbon einen Technologiesprung in der Frästechnologie einzuläuten und sich als führender Hersteller von überlegenen Faser-Kunststoff-Verbund-Spindeln und angrenzenden Bauteilen für den Werkzeugmaschinenbau zu etablieren.

Kontakt

Carbon-Drive GmbH
Dr.-Ing. Martin Klimach
Alexander Brechtel, M. Sc.
Egerländer Straße 6
64331 Weiterstadt
Telefon: +49 6150 8309238
E-Mail: klimach@carbon-drive.de
E-Mail: brechtel@carbon-drive.de
www.carbon-drive.de



Carbon-Drive



Carbon-Drive gewinnt den Innovationsaward in der Kategorie Antriebstechnik auf der EMO 2017 (Weltleitmesse für Metallbearbeitung).

NETZWERKE UND VERBÄNDE IM LEICHTBAU

8.1 REGIONALE NETZWERKE

Bauindustrieverband Hessen-Thüringen e.V.

Leichtbau liefert einen wichtigen Beitrag zur Ressourceneffizienz, gerade im Baubereich. Nicht nur im klassischen Holz- und Trockenbaubereich, mit Innovationen in Mauerwerk oder Carbonbetontechnologie, auch in der Entwicklung neuer Leichtbau-Verbund-Techniken ist die Bauindustrie im Vergleich mit anderen Branchen bereits heute ein hochinnovativer Markt. Bezüglich Leichtbau-Patenten bezogen auf die gesamte Patentaktivität des Sektors ist die Bauindustrie an der Spitze der Innovation, gefolgt vom Transportsektor. In Anbetracht der Vorteile leuchtet das ein. Bei gleichbleibender oder sogar optimierter Funktionalität wird Gewicht eingespart, weniger Material und Energie benötigt. Bereits heute werden neue Designs mit architektonisch sehr leichten und filigran gestalteten Konstruktionen umgesetzt. Das gleiche gilt für sehr weit spannende Konstruktionen oder mobile bzw. temporäre Bauwerke.

Die bauindustriellen Verbände begleiten hier eine breite Palette an Initiativen. Unter anderem ist der Hauptverband der Deutschen Bauindustrie im Beirat der Initiative Leichtbau des BMWi und im Programm-Komitee der Carbon- und Textilbetontage engagiert.

Weitere Informationen:
www.bauindustrie-mitte.de



Bionik-Netzwerk Hessen

In der Bionik dient die Natur als Ideengeber für die Entwicklung von technischen Produkten und Verfahren. Als interdisziplinäres Netzwerk von Biologie und Technik wurde das Bionik-Netzwerk Hessen im Jahr 2012 durch das Hessische Wirtschaftsministerium initiiert. Die Geschäftsstelle des Bionik-Netzwerkes ist bei der Hessen Trade & Invest GmbH angesiedelt.

Über die angebotenen Aktivitäten bringt es Ingenieure, Techniker, Biologen, Produktdesigner und Unternehmer aus verschiedenen Branchen zum interdisziplinären Austausch miteinander ins Gespräch. Der Austausch von Wissen und die Entwicklung gemeinsamer Projekte sind die grundlegenden Ziele des Netzwerkes. Die Schwerpunkte liegen in den Bereichen Leichtbau, Robotik und Oberflächen.

Das Bionik-Netzwerk Hessen bildet hierfür den organisatorischen Rahmen und unterstützt die Akteure beratend und durch flankierende Maßnahmen, wie Veranstaltungen und die Bereitstellung von Informationen. Das Netzwerk unterstützt bei der Anbahnung bionischer Forschungs- und Entwicklungsprojekte und bietet Informationen, vermittelt Kontakte.

Die bekannte Veranstaltungsreihe „Bionik im Betrieb“ des Netzwerkes richtet sich an Unternehmen, Wissenschaft und Politik und wird von der Geschäftsstelle konzipiert und organisiert.

Weitere Informationen:
www.bionik-hessen.de

Competence Center Aerospace Kassel-Calden (CCA)

Die zivile Luftfahrtindustrie und Luftverkehrswirtschaft wachsen seit Jahren – und auf Jahre hinaus. Dabei stellen beide Bereiche hohe Anforderungen an etablierte und neue Akteure: Zunehmend komplexe und globalisierte Entwicklungs- und Produktionsprozesse und hoher Kostendruck charakterisieren das Markt- und Technologieumfeld. Neben technologischer Exzellenz wird insbesondere auch die Fähigkeit zur Zusammenarbeit zum Schlüsselfaktor, um dauerhaft am boomenden Luftfahrzeugbau und Luftverkehr zu partizipieren. Im Fokus steht hier auch der verstärkte Einsatz neuer Leichtbaumethoden und -materialien, immer mit dem Ziel Gewicht und somit Kraftstoffverbrauch und Umweltwirkungen zu verringern.

Vor diesem Hintergrund haben sich inzwischen 50 Unternehmen und Forschungsinstitute im Competence Center Aerospace Kassel Calden – kurz: CCA – mit dem Ziel versammelt, ihre Fähigkeiten/Ressourcen zu bündeln, zu stärken und zu vermarkten. Eigeninitiative und partnerschaftliche Zusammenarbeit auf der Basis räumlicher und inhaltlicher Nähe sind unsere Erfolgsfaktoren.

Als professionelle Vernetzung-, Vermarktungs- und Innovationsplattform in den Zielfeldern „Luftfahrttechnik“ und „Airporttechnik“ haben sich das CCA und seine Mitglieder beachtliche Aufmerksamkeit in der Region und weit darüber hinaus erarbeitet. Dieses Fundament gilt es auszubauen und in Markterfolge und Technologiefortschritte zu übersetzen.

Wir freuen uns auf Ihre Mitarbeit!

Weitere Informationen:
www.cca-kassel.de





Bilder: Thomas Ott, Mühlthal

Das Holzbau Cluster Hessen (pro holzbau hessen)

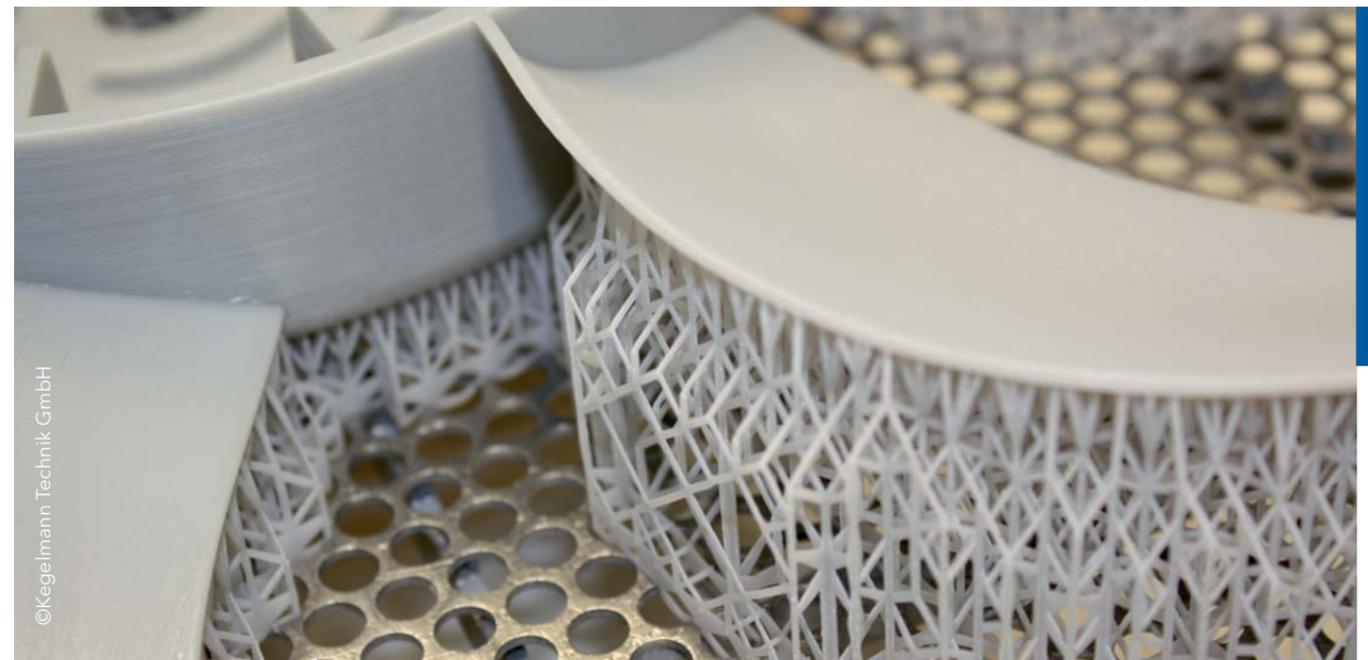
Der Wohnungsbau in Hessen ist einer der bedeutendsten Zielmärkte für das Holzbau Cluster Hessen. Besonders durch die immer größere Nachfrage im urbanen verdichteten Bauen und in der Bestandsanierung bietet die Branche ausgezeichnete Entwicklungschancen. Der Rohstoff Holz verfügt über hervorragende technologische, ökologische und energetische Potenziale und trägt damit wesentlich zur Erreichung der Klimaschutzziele des Landes bei.

Ein besonderer Vorteil des Holzbaus besteht in der Möglichkeit einer umfassenden Vorfertigung der Bauteile im Betrieb. Hierdurch können Holzbauten in sehr kurzer Zeit und bei minimaler Beeinträchtigung der Anlieger errichtet werden. Ein weiteres Argument für den Einsatz von Holz im Bau und Ausbau ist die Klimaneutralität und der minimale Energieaufwand von Holz als Roh- und Baustoff.

Durch die Integration der drei wesentlichen Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziokultur erfüllt der Holzbau schon heute die Anforderungen für nachhaltiges Bauen. Besonders die stoffliche Verwertung von Holz fördert in idealer Weise die Funktion des Holzes als Kohlenstoffspeicher.

Das Holzbau Cluster Hessen positioniert sich im Netzwerk Holz als Koordinator zwischen Betrieben, Forschungseinrichtungen, Dienstleistern und weiteren Institutionen der stofflichen Verwertung sowie den Kunden und kommunalen Einrichtungen. Optimierung der Kommunikation und Kooperation zwischen Betrieben und Institutionen sind im Sinne der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung erklärtes Ziel des Holzbau-clusters.

Weitere Informationen:
www.holzbau-cluster-hessen.com



©Kegelmann Technik GmbH

Kompetenznetz Adaptronik e.V.

Das Technologienetzwerk wurde 2007 auf Initiative des Fraunhofer LBF als regionales Netzwerk Rhein-Main Adaptronik e.V. in Darmstadt gegründet. Hier ist die Geschäftsstelle weiterhin allokiert. Die Mitgliedsorganisationen des Netzwerks sind inzwischen bundesweit angesiedelt. Dazu zählen kleine und mittlere Betriebe sowie große Industrieunternehmen. Hinzu kommen Universitäten, Fachhochschulen und Forschungseinrichtungen.

Der Verein bietet ein breites Kompetenzspektrum rund um die Adaptronik, von Materialien und Werkstofftechnik über Sensorik und Aktorik bis hin zu Prototyping und Prüftechnik, von der Grundlagenuntersuchung bis zur Anwendung.

Ziel des Vereins ist es, Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft an unterschiedlichen Stellen der Wertschöpfungskette miteinander zu vernetzen und weitere Potenziale der „smarten“ Strukturen und Systeme zu erarbeiten bzw. diese weiter auszuschöpfen. Dazu zählen i. B. auch Funktionsintegration und Leichtbau durch aktive Strukturmaßnahmen. Das Kompetenznetz Adaptronik e. V. richtet sich mit seinem Leistungsangebot vor allem an die Zielmärkte Automotive, Maschinen- und Anlagenbau, Luft- und Raumfahrt sowie Automation und Sondermaschinenbau.

Der Verein bietet seinen Mitgliedern eine Plattform zum vertrauensvollen Erfahrungsaustausch und zur Umsetzung gemeinsamer Projekte.

Weitere Informationen:
www.kompetenznetz-adaptronik.de



KCN - Kunststoff Cluster Nordhessen

Das Kunststoff Cluster Nordhessen bietet interessierten Unternehmen, Institutionen und Personen eine Basis für den Austausch von Informationen, Fragestellungen und Erfahrungen in dem nahezu gesamten Bereich der Wertschöpfungskette Kunststoffe. Die Entwicklung beziehungsweise Weiterentwicklung von Verfahren, Maschinen und von Kunststoffprodukten in Kooperation ist selbsterklärte Aufgabe des Netzwerkes.

Organisatorisch ist das Cluster in den Verein Innovationszentrum Kunststofftechnik e.V. eingebunden und deckt nicht zuletzt durch die Nähe zum Fachgebiet Kunststofftechnik der Universität Kassel und dank langjähriger vertrauensvoller Beziehungen zu weiteren Forschungseinrichtungen ein breites Kompetenzfeld im Bereich der Kunststoffe und des Leichtbaus ab. Den Schwerpunkt bilden hierbei sogenannte Multimaterialsysteme, insbesondere Kunststoff / Kunststoff- und Kunststoff / Metall-Hybriden.

Im Rahmen unterschiedlicher Veranstaltungsformate und Aktivitäten bietet das Clustermanagement den Akteuren intensiven technisch-wissenschaftlichen Austausch und fördert aktiv die Vernetzung. Die Entwicklung und Begleitung von Kooperationsprojekten stellen einen Schwerpunkt der Aktivitäten des Clustermanagements dar.

Weitere Informationen:
www.kunststoffe-nordhessen.de



8.2 ÜBERREGIONALE VEREINIGUNGEN

C³ - Carbon Concrete Composite e. V.

Das C³-Projekt entwickelt mit über 160 Partnern aus Unternehmen, Forschung und Verbänden den neuartigen Materialverbund aus Carbonfasern und Hochleistungsbeton - Carbonbeton.
www.bauen-neu-denken.de



Materialien

Carbon Composites e.V.

Der Carbon Composites e.V. (CCeV) ist ein Verbund von Unternehmen und Forschungseinrichtungen, der die gesamte Wertschöpfungskette der Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffe in Deutschland, Österreich und der Schweiz abdeckt.
www.carbon-composites.de



Materialien

CFK Valley e.V.

Der Verein CFK Valley e.V. ist ein weltweit führendes Kompetenznetzwerk der Faserverbund-Industrie mit rund 120 regionalen, nationalen und internationalen Mitgliedern.
www.cfk-valley.com



Materialien

Composites Germany

Die vier starken Organisationen für Composites AVK, CFK-Valley, CCeV und VDMA haben ihre Kräfte zu einer Wirtschaftsvereinigung gebündelt, um die Zukunftsthemen Hochleistungs-Composites und automatisierte Produktionstechniken in und für Deutschland voranzubringen.
www.composites-germany.org



Materialien

Forschungskuratorium Textil e.V.

Das Forschungskuratorium Textil e.V. bietet Zugang zu vorwettbewerblichen Forschungsergebnissen der Textilbranche. Hierzu zählen auch zahlreiche Leichtbauthemen.
www.textilforschung.de



Methoden / Wissen

Fraunhofer Allianz Leichtbau

In der Fraunhofer-Allianz Leichtbau bündelt sich die Kompetenz von 18 Fraunhofer Instituten mit dem Ziel, bei der anwendungsorientierten Entwicklung innovativer Leichtbaulösungen zu unterstützen.
www.leichtbau.fraunhofer.de



Methoden/Konstruktionsprinzipien

Fraunhofer MATERIALS

Der Fraunhofer-Verbund MATERIALS vereint 16 Institute und steht damit für eine breite materialwissenschaftliche Kompetenzbasis. Der Verbund ist Mitglied der Initiative Leichtbau.
www.materials.fraunhofer.de



Materialien

Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. (GDA)

Der GDA-Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. mit Sitz in Düsseldorf ist eine Vereinigung von über 100 Aluminiumunternehmen, die Rohaluminium oder Aluminiumprodukte auch im Verbund mit anderen Werkstoffen herstellen.
www.aluinfo.de



Materialien

GKV/TecPart - Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

GKV/TecPart ist die Interessenvertretung für Hersteller, Recycler und Compoundeure technischer Kunststoff-Produkte in Öffentlichkeit, Politik sowie (inter-)nationalen Gremien.
www.tecpart.de



Materialien

igeL - Interessengemeinschaft Leichtbau e. V.

Die igeL ist ein Netzwerk aus Industrie, Lehre und Forschung mit dem Schwerpunkt Möbel- Innenausbau sowie mobile spaces.
www.igel-ev.net



Methoden / Materialien

Industrieverband Veredlung - Garne - Gewebe - Technische Textilien e.V.

Der IVGT ist Deutschlands größter textiler Fachverband. Zahlreiche Technische Textilien eignen sich für den Leichtbau, und werden von unseren Mitgliedern hergestellt.
www.ivgt.de



Materialien

Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e. V. (AVK)

Die AVK ist die älteste Interessengemeinschaft der Kunststoffindustrie in Deutschland. Mit zirka 240 Mitgliedsunternehmen ist die AVK einer der größten Verbände im Bereich verstärkte Kunststoffe bzw. Composites in Europa.
www.avk-tv.de



Materialien

Initiative Massiver Leichtbau

Internationaler Zusammenschluss aus Stahlherstellern und Massivumformern, um gemeinsam Leichtbaupotenziale an massivumgeformten Stahlbauteilen in Antriebsstrang, Fahrwerk und Getriebe zum Beispiel von Hybridfahrzeugen und schweren LKWs zu ermitteln.

www.massiverLEICHTBAU.de
www.lightweightforging.com



Maschinen

VDMA-Arbeitsgemeinschaft Hybride Leichtbau Technologien

Die 205 Mitglieder umfassende AG dient dem Austausch von Maschinen- und Anlagenbau zur Herstellung hybrider Leichtbaukomponenten mit Anwenderindustrien, Zulieferern und Forschung.

www.lightweight.vdma.org



Maschinen

Interessensverbund für die technologische Verarbeitung, Anwendung und Vermarktung der Basaltfaser

Im Netzwerk agieren Akteure aus Wirtschaft und Forschung, um die Anwendungspotenziale der Basaltfaser wirtschaftlich nutzen zu können und technische Anwendungsmöglichkeiten der Basaltfasern weiter auszuloten.

www.bafanet.com



Materialien

Verband der Chemischen Industrie e.V.

Der VCI ist eine politische Interessensvertretung, die darüber hinaus über ihre Fach- und Landesverbände und ihre Fachgremien in zahlreichen Netzwerken Expertise zum Thema Materialforschung und innovative Materialien einbringt.

www.vci.de



Materialien

MS Multi Mat - Mikrosysteme auf Basis multifunktionaler Materialverbunde

Das Netzwerk unterstützt seine Mitglieder beim Wissensaustausch und der Beantragung von Forschungsgeldern zur Entwicklung von Mikrosystemtechnikprodukten z. B. Sensorik für Faserverbunde.

www.msmultimat.de



Materialien

VERBAND FÜR SCHIFFBAU UND MEERESTECHNIK e. V.

Der VSM ist die politische und wirtschaftliche Interessenvertretung der deutschen maritimen Industrie. Er vertritt direkt und indirekt mehr als 550 Unternehmen und Forschungseinrichtungen.

www.vsm.de



Methoden/Konstruktionsprinzipien

PlasticsEurope Deutschland e.V. - Verband der Kunststoffherzeuger

Kunststoff spielt eine Schlüsselrolle bei alternativen Antrieben und moderner Mobilität. Das Know-how der Kunststoffherzeuger trägt dabei entscheidend zur Entwicklung innovativer Leichtbaulösungen bei.

www.plasticseurope.de



Materialien

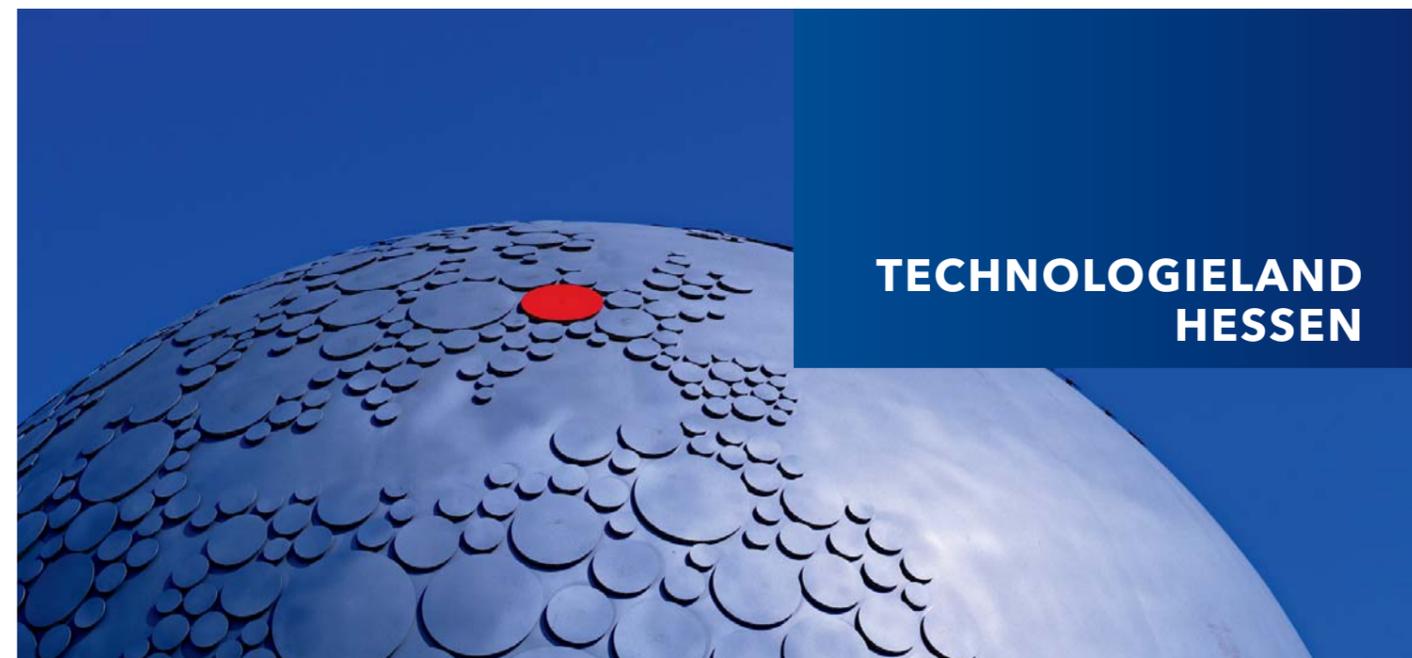
wdk Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie e.V.

Der Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie ist die wirtschaftspolitische Interessenvertretung der Kautschuk- und Elastomer-Branche als einem starken Wirtschaftsfaktor in Hessen.

www.wdk.de



Materialien



TECHNOLOGIELAND HESSEN

Unter der Marke "Technologieland Hessen" bündelt die Hessen Trade & Invest GmbH im Auftrag des Hessischen Wirtschaftsministeriums Maßnahmen für technologische Innovationen und unterstützt die hessische Wirtschaft bei Entwicklung, Anwendung und Vermarktung relevanter Zukunfts- und Schlüsseltechnologien.

Nutzen Sie diese Angebote und bringen Sie sich mit Ihren eigenen Ideen ein. Wir freuen uns auf den Dialog mit Ihnen!

Ihre Ansprechpartner im Kompetenzfeld Materialtechnologien:

Schlüsseltechnologien aus Hessen

Um mit den aktuellen technologischen und gesellschaftlichen Entwicklungen Schritt zu halten, ist es wichtig, sowohl einzelne Technologien im Auge zu behalten, als auch Synergien zu erkennen. In fachspezifischen Kompetenzfeldern bildet "Technologieland Hessen" die unterschiedlichen Schlüsseltechnologien des Landes ab. Als kompetente Ansprechpartner haben wir zum Ziel, Technologien voran zu treiben und so die Position Ihres Unternehmens zu stärken. Wir informieren, beraten und vernetzen Sie zu folgenden Themen:

- Material- und Nanotechnologien
- Additive Fertigung/3D-Druck
- Leichtbau und Bionik
- Optische Technologie/Photonik

Diese Schwerpunkte zählen zu den Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Denn sie leisten Beiträge zur Umstellung auf eine nachhaltigere Wirtschaft und auf eine digitale dezentralisierte Industrie.

Unsere Serviceangebote umfassen:

- Vernetzung von Akteuren, Kooperationsvermittlung
- Fach- und Informationsveranstaltungen
- Themenspezifische Publikationen
- Newsletter und Magazin „Technologieland Hessen“
- Beratung und Förderung
- Messebeteiligungen und Außenwirtschaftsförderung



Dr. Carsten Ott
Abteilungsleiter Technologie & Innovation
Telefon: +49 611 95017-8350
E-Mail: carsten.ott@htai.de



Nicole Holderbaum
Projektmanagerin Materialtechnologien
Telefon: +49 611 95017-8634
E-Mail: nicole.holderbaum@htai.de

Diese Publikationen könnten Sie auch interessieren:

- Kompetenzatlas Bionik in Hessen, 2. überarbeitete Auflage, November 2015
- Additive Fertigung: Der Weg zur individualisierten Produktion, 1. Auflage, April 2015
- Mit Ecodesign zu einer ressourcenschonenden Wirtschaft, 1. Auflage, Oktober 2015
- Ressourceneffizienz in Hessen Praxisbeispiele und Fördermöglichkeiten, 1. Auflage, April 2017

Über 20 weitere Publikationen zum Thema Materialtechnologien finden Sie auf unserer Webseite www.technologieland-hessen.de/publikationen.

IMPRESSUM



Herausgeber

Hessen Trade & Invest GmbH
Technologieland Hessen
Konradinallee 9
D-65189 Wiesbaden
Telefon: +49 611 950 17-85
Fax: +49 611 950 17-8466
E-Mail: info@technologieland-hessen.de
www.technologieland-hessen.de

Erstellt von

Nicole Holderbaum, Hessen Trade & Invest GmbH
Prof. Dr. Andreas Büter & Heiko Hahnenwald,
Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und
Systemzuverlässigkeit LBF



Redaktion

Nicole Holderbaum, Hessen Trade & Invest GmbH
Sebastian Hummel, Hessisches Ministerium für
Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung

Korrektorat: Simon Krappmann, Denis Mohr,
SCRIPT Corporate+Public Communication GmbH

Auftraggeber der zugrunde liegenden Studie
Leichtbaupotenziale in Hessen:
Hessen Trade & Invest GmbH
Konradinallee 9
65189 Wiesbaden
www.htai.de

Autoren der Studie

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und
Systemzuverlässigkeit LBF
Prof. Dr.-Ing. Andreas Büter, Heiko Hahnenwald,
Narmin Nubbo
Bartningstraße 47
64289 Darmstadt
Telefon: +49 6151 705-277
E-Mail: andreas.bueter@lbf.fraunhofer.de

Veröffentlichungsdatum

Mai 2018

© Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Landesentwicklung
Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden
www.wirtschaft.hessen.de

Vervielfältigung und Nachdruck - auch auszugsweise -
nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung.

Bildquellen

Titelseite © supertramp8 / Fotolia
© artemegorov / Fotolia
© Sergey Ogaryov / Fotolia
U1/S. 3 © mxd / Fotolia
U1/S. 4 © frank peters / Fotolia
U1 © Hassan Reine / Fotolia
© Gunnar Assmy / Fotolia
© EDAG Engineering GmbH
© artemegorov / Fotolia
S. 4 © Luis Camargo / Fotolia
S. 9 © eugenesergeev / Fotolia
S. 10 © irontrybex / Fotolia
S. 16 © jim / Fotolia
S. 24 © HA Hessen Agentur GmbH -
Jan Michael Hosan
S. 27 © HA Hessen Agentur GmbH -
Jan Michael Hosan
S. 28 © Hochschule Darmstadt
© Technische Hochschule Mittelhessen,
Kompetenzzentrum AutoM
© HA Hessen Agentur GmbH,
Jan Michael Hosan
© Evonik Resource Efficiency GmbH
© Christoph Lison
© Leonardo
© Universität Kassel, Institut für
Werkstofftechnik
© EDAG Engineering GmbH
© FINOBA Automotive GmbH
S. 76 © thingamajiggs / Fotolia
S. 83 © Dr. Carsten Ott,
Hessen Trade & Invest GmbH

Gestaltung

Grundfarben Werbeagentur
Liebigstraße 59
35392 Gießen
Telefon: +49 641 492 491
E-Mail: info@grundfarben.de
www.grundfarben.de

Druck

A&M Service GmbH
Hinter dem Entenpfuhl 13 / 15
65604 Elz



Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessen Trade & Invest GmbH herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlkampfveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl die Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung von funktions- bzw. personenbezogenen Bezeichnungen, wie zum Beispiel Teilnehmer / Innen, verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit der Meinung des Herausgebers übereinstimmen.

HESSEN Hessisches
Ministerium für
Wirtschaft, Energie,
Verkehr und
Landesentwicklung

Projekträger:



Wirtschaftsförderer für Hessen