

Begrüßung und Vorstellung der Fraunhofer-Allianz Leichtbau

Prof. Andreas Büter, LBF

Bei der Betrachtung des Leichtbaus wird oft, durch eine Beschränkung auf Einzelaspekte, zu kurz gegriffen. Eine werkstoffgerechte intelligente Leichtbaukonstruktion setzt im Konstruktions- und Auslegungsprozess experimentell verifizierte Materialdaten voraus und berücksichtigt neben Fertigungs- und Montageanforderungen auch Recyclingaspekte. Ziel sollte es sein, auf Basis von Lastdaten und wirklich notwendiger Anforderungen (Anforderungsleichtbau), Form und Material der Struktur rechnerisch so zu bestimmen, dass das Bauteil seine Funktion/-en erfüllt und im Kostenrahmen fertigbar ist. Das Fertigungsverfahren muss hierbei so gewählt werden, dass es in Stückzahl, Qualität, Streuung und Preis in der Lage ist, das Bauteil in seiner Idealform zu realisieren. Schwerpunkt der Leichtbautagung 2017 ist der großserienfähige Leichtbau.



»Think big!« Wenn es um Leichtbau-Anwendungen für die Automobilindustrie geht, ist diese Maxime unbedingt zutreffend.

Große Stückzahlen haben einen Einfluss auf den Leichtbau, so beeinflussen Material- und Fertigungsstreuungen über den damit verbundenen Sicherheitsfaktor direkt die rechnerische Auslegung. Eine Überwachung (In-Line Monitoring) der Fertigung könnte zur Reduktion der Fertigungsqualität/-streuung ein guter Beitrag von Industrie 4.0 zum Leichtbau sein. Die frühzeitige Bereitstellung von Materialdaten und deren Streuung aus einem MaterialDataSpace, würde es für zukünftige Leichtbaukonstruktionen möglich machen, die Qualität der Bauteilbemessung zu steigern.

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

Begrüßung im Namen des Fraunhofer IMWS

Prof. Ralf B. Wehrspohn, IMWS

Über das Fraunhofer IMWS

Das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS in Halle (Saale) ist ein methodisch ausgerichtetes Fraunhofer-Institut in den Fachdisziplinen Materialwissenschaft, Verarbeitungstechnologien sowie System- und Strukturbewertung. Das Fraunhofer IMWS ist Ansprechpartner für die Industrie und öffentliche Auftraggeber für alle Fragestellungen, die die Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen betreffen, mit dem Ziel, Materialeffizienz und Wirtschaftlichkeit zu steigern sowie Ressourcen zu schonen.

Das Fraunhofer IMWS betreibt projektbasierte, marktorientierte Forschung und Entwicklung in enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern sowie anwendungsorientierte Grundlagenforschung in den Bereichen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik, der Photovoltaik und Energietechnik, der angewandten Chemie- und Bioindustrie sowie der Kunststofftechnik und Automobilindustrie. Der mikrostrukturbasierte Ansatz des Fraunhofer IMWS zielt darauf ab, Schwachstellen und Fehler in Werkstoffen, Bauteilen und Systemen auf der Mikro- und Nanoskala zu identifizieren, deren Ursachen aufzuklären und darauf aufbauend Lösungen für die Einsatzsicherung von hoch belasteten Bauteilen, für die Materialentwicklung und für die Fertigungsprozesse anzubieten. Hierzu werden experimentelle Untersuchungen mit numerischer Simulation und mikrostruktureller Analyse zur Charakterisierung der Materialien, einschließlich der Veränderung ihrer Eigenschaften im Herstellungsprozess und im Einsatz, verknüpft. Mit den Ergebnissen kann einerseits, der Beanspruchungszustand mit relevanten Materialeigenschaften und der Mikrostruktur assoziiert werden, um das Bauteilverhalten zu verstehen und vorherzusagen. Andererseits können die Eigenschaften von Werkstoffen und Bauteilen für die im Einsatz auftretenden Belastungen bereits in der Fertigung optimal eingestellt und somit deren Leistungsfähigkeit ausgeschöpft werden.

Über das Fraunhofer PAZ

Seit 2005 werden im Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ in Schkopau neue Polymer-Produkte und innovative Technologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette entwickelt – vom Monomer über die Polymersynthese und Kunststoffverarbeitung im Pilotmaßstab bis hin zum geprüften Bauteil nach Maß. In dieser Kombination und Größenordnung ist das Fraunhofer PAZ einmalig in Europa. Im Auftrag von Kunden etwa aus der Kunststoff- oder Automobilindustrie werden auf einer Technikums- und Laborfläche von derzeit rund 1700 Quadratmetern unterschiedlichste Polymersynthese- sowie Verarbeitungsverfahren maßgeschneidert und bis in den industrienahen Maßstab umgesetzt. Dazu gehören auch der Umgang mit Leichtbau- und bio-basierten Materialien, die erdölbasierte Polymere ersetzen können. Das Fraunhofer PAZ ist eine gemeinsame Initiative der Fraunhofer-Institute für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam-Golm und für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS in Halle. Beide Einrichtungen bündeln ihre Kompetenzen in der Polymersynthese (IAP) und Polymerverarbeitung (IMWS) in einzigartiger Weise. Diese Zusammenarbeit, die technischen Möglichkeiten im Pilotmaßstab sowie die hohe Flexibilität der Anlagen sind Alleinstellungsmerkmale am FuE-Markt.



Materials Data Space im Zeitalter von Industrie 4.0

Prof. Dr.-Ing. Peter Michel, IMWS

Der Materials Data Space stellt unternehmensübergreifend digitale Daten zu Materialien und Werkstoffen entlang der gesamten Wertschöpfungskette bereit. Durch die Vernetzung werden kürzere Entwicklungszeiten, lernende Fertigungsverfahren und neue Geschäftsmodelle möglich, zudem ergeben sich enorme Potenziale für Materialeffizienz, Produktionseffizienz und Recycling.

Neue Werkstoffe sind der entscheidende Treiber bei der Entwicklung innovativer Produkte im verarbeitenden Gewerbe. Schätzungen zufolge basieren heute bis zu 70 Prozent aller neuen Erzeugnisse auf neuen Werkstoffen. Für Industrie 4.0, die enge Verzahnung der Produktion mit der modernen Informations- und Kommunikationstechnik, wird die Bedeutung der Werkstoffe noch steigen. Sie sollen maßgeschneiderte Produkte nach individuellen Kundenwünschen möglich machen, die on demand, adaptiv, multifunktional oder by design hergestellt werden können – kostengünstig, mit hoher Qualität und bei kurzen Innovationszyklen.

Der Fraunhofer-Verbund MATERIALS hat daher das Konzept des Materials Data Space als Grundlage für die Werkstoffentwicklung, -herstellung und -verarbeitung innerhalb von Industrie 4.0 entwickelt. So wie Material und Werkstoffe den substanziellen Träger für die Werkstücke und Bauteile liefern, ist der Materials Data Space das digitale Abbild davon. Er stellt digitalisiert alle relevanten Informationen zu Materialien und Werkstoffen über den gesamten Lebensdauerzyklus zur Verfügung.



Leichtbau mit thermoplastischen Verbundwerkstoffen bei einem Automobilzulieferer

Dr. Christina Hack, Brose GmbH

Die Firma Brose Fahrzeugteile GmbH & CO. KG ist ein innovativer Systemlieferant der internationalen Automobilindustrie und zählt zu den TOP 40 der weltgrößten Automobilzulieferer. Zu den Kunden zählen etwa 80 Automobilhersteller und über 40 Zulieferunternehmen. An weltweit 60 Standorten in 23 Ländern werden insgesamt 26.000 Mitarbeiter beschäftigt. Kernkompetenzen von Brose sind mechatronische Komponenten & Systeme für Fahrzeigtüren und Sitze, sowie Elektromotoren für zahlreiche Anwendungen im Automobil. Das Familienunternehmen blickt dabei auf eine über 100-jährige Geschichte zurück. Kontinuierlich widmen wir uns der Verbesserung des Fahr- und des Bedienkomforts, der Bedienungssicherheit und der Wirtschaftlichkeit. Entsprechend ist es für Brose eine wichtige Aufgabe Lösungen für sinnvollen und bezahlbaren Leichtbau zu finden und diese erfolgreich in die Serienfertigung zu überführen.

Im Vortrag werden aktuelle Beispiele von innovativen Leichtbaulösungen aus den Geschäftsbereichen Sitz- und Türsysteme dargestellt.



Leicht und nachhaltig: Polyamide für Leichtbau

Dr. Maarten Veevaete, DOMO

DOMO ist ein einzigartig integrierter Marktführer von nachhaltigen Polyamid-6-Compounds mit Zugang zu globalen Märkten. Mit ECONAMID hat DOMO eine Produktfamilie geschaffen, die das gesamte Portfolio an PA6 und PA66 Compounds abdeckt. Die Nachhaltigkeit von ECONAMID basiert auf dem Einsatz von industriellen Faserresten als Rohstoff. ECONAMID steht im Einklang mit konstanter Qualität und globaler Verfügbarkeit, eine Kombination die es zu einer idealen Lösung im Automobilbau macht. Mit der Einführung von ECONAMID AIR wurde ein Maximum an Nachhaltigkeit erreicht, da als Rohstoff für die Polymermatrix sowie Füllstoffe industrielle Produktionsreste dienen. Durch die Verwendung von aufgearbeiteten Carbonfasern wird im Vergleich zu Materialien mit herkömmlich gefüllten Glasfasern eine deutlich Verbesserung der mechanischen Eigenschaften erzielt, wobei die Dichte des Materials spürbar herabgesetzt wird, resultierend in einer preisbewussten Lösung für den Automobilleichtbau.



BMW-Initiativen zur Flankierung der Leichtbau-Technologie

MinR Werner Loscheider, BMWi

Demografischer Wandel, sparsamer und nachhaltiger Umgang mit Rohstoffen und Umwelt sowie die Digitalisierung erfordern ein konsequentes Umdenken und Handeln in unserer Gesellschaft. Der Leichtbau hilft hier entscheidend: weniger Gewicht bedeutet weniger Energieverbrauch und somit weniger CO₂-Emissionen. Intelligentes Produktdesign ermöglicht eine sparsame Materialverwendung und somit die Reduktion des Rohstoffeinsatzes, der immerhin 44% der Kosten im verarbeitenden Gewerbe ausmacht. Natürlich helfen hier auch Kreislaufwirtschaft und Recycling.

Das BMWi hat diesen Zusammenhang erkannt und unternimmt umfangreiche Aktivitäten. Ziel sind die Arbeitsplatzsicherung, der Umweltschutz und die Wettbewerbsfähigkeit des Industriestandortes Deutschland.

Die konkreten Aktivitäten des BMWi sind:

1. Digitaler Kompetenzatlas Leichtbau (www.leichtbauatlas.de)
2. „Forum Leichtbau“ (Runder Tisch) mit der GTAI
3. Koordinierungsgespräche mit „Länderorganisationen“
4. Gespräche mit Leichtbauakteuren und Bauwirtschaft
5. Die Geschäftsstelle Leichtbau zur Koordinierung der Aktivitäten
6. Studie zu Beschäftigungseffekten im Automobilbereich.
7. Förderprogramme:
 - Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)
 - Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)
 - Fünftes ziviles Luftfahrtforschungsprogramm (Lufo)
 - Förderung von Forschungsprojekten
 - „Leichtbaukonzepte für Straßen- und Schienenfahrzeuge“.



3D Bildanalyse für die Strukturoptimierung

Dr. Katja Schladitz, ITWM

Die makroskopischen Eigenschaften von Werkstoffen werden maßgeblich von ihrer Mikrostruktur bestimmt. Die Optimierung von Materialien erfordert daher ein grundlegendes Verständnis der Zusammenhänge zwischen den geometrischen Charakteristika der Mikrostruktur und den resultierenden makroskopischen Materialeigenschaften. Die Berechnung dieser Eigenschaften auf Basis geometrischer Mikrostrukturmodelle hat sich in vielen Bereichen als Alternative zu aufwändigen Tests an Prototypen etabliert. Stochastische Geometriemodelle können nicht nur eine große Bandbreite virtueller Mikrostrukturen generieren. Sie können auch die mikroskopische Heterogenität und herstellungsbedingte Variationen der Mikrostruktur korrekt abbilden. Die Modelle werden mithilfe von Bilddaten an die reale Struktur angepasst. 3D Bildgebung z.B. durch Mikro-Computertomografie kombiniert mit quantitativer Analyse der resultierenden Volumenbilder liefert die nötige Strukturinformation wie Orientierung von Fasern oder Grenzflächen, räumlichen Zusammenhang oder spezifische Oberfläche. In Realisierungen der angepassten Modelle werden dann effektive Materialeigenschaften auf der Mikroskala berechnet. Homogenisierung und Upscaling liefern schließlich die makroskopischen Eigenschaften ganzer Bauteile. Hier wird dieser Prozess an einer Schaumstruktur und an einem Faserverbund demonstriert, mit besonderem Augenmerk auf quantitativer 3D Bildanalyse.



Auslegung automobiler Crashkonzepte in FVK-Metall-Hybridbauweise

Dr. Dirk Lukaszewicz, BMW

D. Jens Fritsch, EMI

BMW entwickelt stetig Leichtbautechnologien weiter. Aufbauend auf der CFK Kompetenz aus i3 und i8 wurde im BMW 7er erstmals Carbon Core als Mischbautechnologie von Metall und Faserverbunden in der Großserie eingeführt.

Der vorliegende Vortrag befasst sich mit den zukünftigen Potenzialen von solchen Metall-Faser-Systemen und den möglichen Anwendungsgebieten insbesondere im Hinblick auf den Fahrzeugcrash.

Durch Grundlagenversuche auf Material und Bauteilebene wurden Eigenschaftsprofile der Metall-Faser-Systeme charakterisiert. Hierbei wird gezeigt, dass Metall-Faser-Systeme über Eigenschaften verfügen, die keine der einzelnen Materialphasen aufweist.

Eine neuartige Auslegungsmethodik auf Basis von FEA Modellen wird dann verwendet, um ideale Anwendungsbereiche für Faser-Metall-System zu identifizieren. Die Methodik dient dabei als Unterstützung in der Auslegung, um schnell funktionale Verbundlösungen zu generieren.

Zuletzt wird anhand von Subsystemversuchen das Potenzial zur Architekturskalierung aufgezeigt.



3D-Prozesssimulation im Leichtbau

Steffen Paul, SimpaTec GmbH

Je extremer die Anforderungen im Leichtbau steigen, desto extremer tritt auch die Notwendigkeit der Simulation in den Vordergrund.

In den letzten Jahren haben sich im Leichtbau insbesondere die Verfahren ‚RTM‘ und ‚Physikalisches Schäumen‘, das den größten Verbreitungsgrad über das sogenannte MuCell®-Verfahren hat, hervor getan. Im Zentrum des RTM-Verfahrens steht die Injektion. Aufgrund des Einsatzes verschiedenster Materialien sowie verschiedenster Strategien der Injektion sind auch die Probleme vielfältiger Natur. Diese Probleme können, wie oft auch in der Vergangenheit üblich, mittels Trial & Error erkannt und danach entsprechenden Gegenmaßnahmen abgeleitet werden. Heute steht dem Entwickler und Verarbeiter ein verlässlicheres und effektiveres Hilfsmittel in Form der 3D-Prozesssimulation zur Verfügung. Damit lassen sich schon im Vorfeld Aspekte wie Trockenstellen und Race-Tracking abbilden. Verfahrenstechnische Herausforderungen beim Schäumen liegen vor allem in der Zelldichte- und Zellgrößenverteilung. Auch diese Aspekte lassen sich mittels der 3D-Simulation problemlos abbilden und können so im Vorfeld vom Anwender erkannt und wenn nötig entsprechend optimiert werden.

Doch mit dem prozessoptimiertem Produkt muss der Entwicklungsweg noch nicht abgeschlossen sein! Die lokalen Materialeigenschaften, wie Faserorientierung, Porosität (beim Schäumen), Temperaturen, Drücke und vielen mehr können über entsprechender Schnittstellen an die FEM-Simulation übergeben werden. Damit kann nicht nur eine noch genauere Auslegung der Produkte erfolgen sondern auch dem Thema „Überdimensionierung“ entgegen gewirkt werden.

Der Vortrag gibt an Hand von konkreten Beispielen einen Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand kunststoffverarbeitender Verfahren, zeigt Simulationsmöglichkeiten aber auch deren Grenzen auf.



Entwicklung einer Leichtbauhinterachse in Metall-Faserverbundbauweise

Paul Becker, LBF

Leichtbauverfahren sind mittlerweile sehr vielfältig und werden in verschiedenen Material- und Verfahrenskombinationen in der Praxis eingesetzt. So haben mittlerweile leichtere Materialien, geschäumte Bauteile, Faserverbundwerkstoffe, Sandwichstrukturen sowie Metall-Kunststoff Hybridbauteile Einzug in die Leichtbaukonstruktionen genommen. Leichtbaulösungen der Zukunft entstehen zunehmend auch durch die intelligente Verknüpfung von unterschiedlichen Werkstoffen und Prozessen.

Mit Moldex3D steht eine umfassende 3D-Simulationsplattform für die Prozesssimulation zur Verfügung. Der Vortrag wird eine Übersicht der aktuellen Simulationsmöglichkeiten u.a. des physikalischen und chemischen Schäumens, des Fliespressens und weiterer Leichtbauanwendungen vermitteln. Weiterführend steht auch die Übergabe der Ergebnisse der Prozesssimulation in die Strukturmechanik im Fokus, da hierdurch wesentlich realitätsnähere Materialmodelle und -eigenschaften in der weiterführenden FEA-Analyse zu deutlich exakteren Ergebnissen führen. Hierdurch können mechanische Eigenschaften auch von Verbundbauteilen noch exakter simuliert und weitere Materialeinsparungen realisiert werden.



Produktive Laserbearbeitungsverfahren für Leichtbauwerkstoffe

Dr. Frank Schneider, ILT

Der Laser hat sich als flexibles Werkzeug in vielen hochproduktiven Fertigungsumgebungen zum Schneiden und Fügen von Metallen etabliert, beispielsweise im Zuschnitt pressgehärteter hochfester Stähle, der Substitution von Stanzen im Platinezuschnitt oder Schweißen und Löten im Karosseriebau. Laserstrahlquellen der neuesten Generation sind nun auch für die effiziente Bearbeitung von faserverstärkten Leichtbauwerkstoffen geeignet.

CFK, GFK oder auch Materialverbünde aus GFK/CFK oder FVK/Metall können mit dem Laser verschleißfrei und berührungslos getrennt werden. Die Bandbreite der Laserverfahren reicht dabei von Präzisionsabtrag mit Ultrakurzpuls-Lasern bis zu High-Power Schneidanwendungen, auf denen der Schwerpunkt des Vortrags liegt und die mit geeigneten Bearbeitungsstrategien Bearbeitungszeiten ermöglichen, die für den Serieneinsatz geeignet sind. In weiteren Beispielen wird der Lasereinsatz zum Fügen und zur Fügevorbereitung aufgezeigt.



Session 2, Vortrag 2

MULTILAYER - das innovative Hochleistungslegesystem für thermoplastische Tapes

Wilhelm Rupertsberger, Fill GmbH

Fill beschäftigt sich seit Jahren mit Lege-Prozessen für die Composite Fertigung. Mit dem Multilayer hat Fill auch eine Lösung für den thermoplastischen Hochleistungsbereich.

Das System basiert auf mehreren Legeköpfen welche parallel das Material exakt und schnell ablegen. Die Taktzeiten pro Lage liegen zwischen 10 und 15 Sekunden, abhängig von Größe und Geometrie.

Die Tapes werden lastgerecht in das Bauteil eingebracht. Nach dem Legeprozess erfolgt die Konsolidierung mit einem entsprechenden Modul.



Schaumspritzgießen: Prozessvergleich MuCell und D-LFT

Christoph Lohr, KIT

Um Werkstoffe für den (Automobil-) Leichtbau in Großserienfähigen Prozessen zu realisieren kann das thermoplastische Schaumspritzgießen herangezogen werden um Material und Zykluszeit einzusparen. Ziel der vorgestellten Untersuchungen ist der Vergleich des in der Industrie bereits umgesetzten und etablierten MuCell Verfahrens der Firma Trexel mit dem Direkt LFT Verfahren welches vom Fraunhofer ICT entwickelt wurde. Beim MuCell Prozess wird langglasfaserverstärktes Stäbchengranulat als Ausgangsmaterial verwendet wohingegen beim D-LFT Verfahren auf einen Spritzgießcompounder zur Endlosglasfaser- und Polymerverarbeitung zurückgegriffen wird. Über einen Doppelschneckenextruder werden hierbei das Polymer, die Glasfasern und das Gas an eine Spritzgießeinheit übergeben und zum finalen Bauteil gespritzt. Untersucht wurde verschiedene Parametereinflüsse (z.B. Staudruck) auf die erreichbaren Faserlängen sowie die resultierende Impact Eigenschaften.



Bioverbundwerkstoffe als nachhaltige Leichtbauwerkstoffe

Prof. Hans-Josef Endres, WKI

Ökologisch motiviert rücken zunehmend biobasierte Materialkomponenten zur Herstellung neuartiger Verbundwerkstoffe in den Vordergrund. Zur Verstärkung kommen dabei zunehmend auch Cellulose basierte Naturfaser (NF) und synthetische Fasern, wie z.B. biobasierte Polyester-, Biopolyamid- oder Cellulose regeneratfasern, in Betracht. Als Matrix werden biobasierte Thermoplaste und Duroplaste eingesetzt. Werden NF mit synthetischen Hochleistungsfasern, wie Carbon- oder Glasfasern synergetisch kombiniert, entstehen sog. Bio-Hybridverbundwerkstoffe (Bio-HVW).

NF bieten gegenüber den klassischen Verstärkungsfasern eine niedrigere Dichte, höhere akustische und mechanische Dämpfung, ein einfacheres Handling oder nachhaltigere Entsorgungsoptionen. Am Anwendungszentrum HOFZET des WKI wird die Entwicklung von anwendungsspezifischen Bio-HVW entlang der gesamten Prozesskette vorangetrieben, angefangen bei der spezifischen Behandlung der Faseroberflächen über die Herstellung maßgeschneiderter Verstärkungsgewebe bis hin zur Optimierung der Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften sowie der Entwicklung effektiver Recyclingkonzepte. Zur Adaptierung des strukturellen Aufbaus der Bio-HVW erfolgt parallel die zerstörungsfreie Analyse der Mikrostruktur im Zusammenhang mit jeweils resultierenden Bauteileigenschaften.



Hochgeschwindigkeitsröntgen in der Fahrzeug-Crashdiagnostik

Dr. Malte Kurfiß, EMI

Das Fraunhofer EMI erforscht mit dem X-ray Car Crash (X-CC) erstmals das Potenzial hochdynamischer Röntgendiagnostik für die Analyse dynamischer Deformationsprozesse im Innern von Fahrzeugen. Dadurch lässt sich zum Beispiel das Verhalten sicherheitskritischer Bauteile, die von außen nicht sichtbar sind, unter Crashbedingungen untersuchen. Am Crashzentrum wendet das EMI erstmals die Ultrakurzzeit-Röntgentechnologie bei hochdynamischen Verformungsprozessen an, wie sie unter Crashbedingungen stattfinden. Dieses einzigartige Vorgehen macht die transienten Prozesse im Innern eines Fahrzeugs während des Crashes sichtbar. Die Daten aus dem Röntgencrash können dann mit Finite-Elemente-Simulationen zusammengeführt und qualitativ ausgewertet werden.

Diese Synthese liefert zusätzlich Einblick in das Crashverhalten innenliegender Bauteile und Strukturen und kann dabei helfen, die Prognosegüte von Fahrzeugcrashsimulationen zu verbessern. Als Testbeispiel haben wurden dafür modellhafte Crashboxen während des Crashes geröntgt. Die Versuche belegen, dass sich aussagekräftige Röntgenbilder von Verformungsprozessen im Millisekundenbereich aufnehmen lassen. Die Untersuchungen konnten auch zeigen, dass sich die Röntgendaten sehr gut mit den Finite-Elemente-Crashsimulationen abgleichen lassen. Durch Industriekooperationen werden in Zukunft weitere Versuche mit zunehmend komplexeren Aufgaben durchgeführt, um die Möglichkeiten und die Präzision von Simulation und Röntgentechnologie zu verbessern.



Fertigungsintegrierte Prüftechnik zur Analyse von Faserorientierung und Welligkeiten in Faserkompositen

Prof. Henning Heuer, IKTS

Mit steigendem Durchsatz in der Produktion von Faserkompositbauteilen steigt der Bedarf nach inline-fähigen Messtechniken, mit denen Qualitätsparameter im Prozess festgestellt werden können. So können Fehlerfolgekosten verringert werden, indem Abweichungen rechtzeitig erkannt werden, zum anderen können Innovationszeiten verkürzt werden, da Prozesse schneller eingefahren werden können. Zu überwachende Parameter sind u. A. Welligkeit, Faserwinkelverteilung, Gassenbreiten, Trockenstellen, sowie Eigenschaften der Matrix wie z.B. Aushärtegrad. Verfahren der Ultraschall- und Wirbelstrombasierten Impedanzspektroskopie können hierzu in den Produktionsprozess integriert werden. Die Impedanz ist der Widerstand eines Mediums bzw. eines Körpers gegen die Ausbreitung einer Welle. Wellen können mechanischer Natur (z.B. Ultraschallwellen) oder elektromagnetischer Natur sein. Im ersten Fall spricht man von akustischer Impedanz, im zweiten Fall von elektrischer Impedanz. Die Impedanz enthält wertvolle Informationen zur Beschreibung des Zustandes eines Materials. So können mit der akustischen Impedanzspektroskopie Veränderungen der mechanischen Eigenschaften, wie Vernetzungsgrad bei Kunststoffen oder thermische und chemische Degradation, erfasst werden. Die elektrische Impedanzspektroskopie reagiert auf Änderungen der elektrischen und dielektrischen Eigenschaften. Über einen abbildenden spektroskopischen Ansatz können Welligkeit und Orientierung festgestellt werden.



Schallemissionsanalyse zur Einordnung unterschiedlicher Schädigungsmechanismen in rotationssymmetrischen Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen

Ulrich Holder, Porsche AG

Faserverstärkte Kunststoffe sind aus dem modernen Automobilbau aus heutiger Sicht kaum noch wegzudenken. Besonders bei sicherheitsrelevanten Bauteilen steht die Zuverlässigkeit von faserverstärkten Kunststoffen an oberster Stelle. Die Lebensdauer von FVK-Bauteilen wird meist durch Alterungsprozesse oder Missuse beeinflusst. So können nicht detektierte Vorschädigungen, wie Rissbildungen in der Matrix, Delaminationen oder Faserbrüche zum frühzeitigen Versagen des Bauteils führen.

Die Schallemission, oder Acoustic Emission (AE), ist eine physikalische Erscheinung, die zur zerstörungsfreien Prüfung von Bauteilen, der Schallemissionsanalyse, verwendet wird. Schallemission wird in Festkörpern hervorgerufen, wenn Energie in Form einer elastischen Welle freigesetzt wird [1]. Die Schallemissionsanalyse unterscheidet sich somit von der klassischen Ultraschallprüfung, da der Schall durch den eigentlichen Schaden im Werkstoff (in der Schallemissionsquelle) entsteht [2, 3].

Ergebnisse auf Couponebene identifizierten die gewichtete Vorzugsfrequenz abgetragen über der partiellen Leistung als den Schallemissionsparameter, der aussagekräftig über die Schädigungsart, den Schädigungsfortschritt und somit auch über die Strukturintegrität der geprüften Demonstratorbauteile ist. Bei der Interpretation der Schallemissionssignale der rotationssymmetrischen Bauteile, musste speziell bei der Frequenzanalyse der Dämpfungseffekt mit einbezogen werden, da mit zunehmendem Abstand der Schallemissionsquelle zum Schallaufnehmer die Dämpfungsintensität des Signals größer wird und die höheren Frequenzanteile stärker gedämpft werden. Die Einteilung und Zuordnung der verschiedenen Schädigungsmechanismen zu den zwei verschiedenen WPF-Clusterbereichen sieht an dieser Stelle für niederfrequente Schallereignisse matrixdominierte Schädigungsmechanismen und für höherfrequente Schallereignisse faserdominierte Schädigungsmechanismen vor, und kann auf Bauteilebene kein drittes Cluster mehr ausbilden.

Literaturverzeichnis

- [1] Hönic, U.: Erstellung eines Anforderungsprofils an Referenzversuche zur Ermittlung und Bewertung von unterschiedlichen Schadensmechanismen in Faserverbunden mittels Schallemissionsanalyse, 2016
- [2] Eisenblätter, J.: Vorlesungsunterlagen Dresden International University, Einführung in die Schallemission, 2012
- [3] Vallen, H.: Schallemissionsprüfung, Castell-Verlag GmbH Wuppertal, 2005



Makroskopische Anrissüberwachung an Faser-Kunststoffverbunden

Dominik Spancken, LBF

Thermoplastischen Kunststoffe werden in der Automobilindustrie in unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt. Ein besonderes Augenmerk ist auf den Einsatz als hochbelastetes Strukturbauteil zu werfen. Für diese Bauteile gilt es, über der gesamten Lebensdauer zuverlässig und ohne Ausfall die Lasten zu ertragen. Diese Bauteile werden häufig so bemessen, dass unter keinerlei Umständen durch die mechanischen Lasten und äußeren Einflüsse Anrisse entstehen. Um diese Eigenschaften bei der Auslegung zu berücksichtigen, werden häufig Abminderungsfaktoren verwendet. Das Abschätzen dieser Abminderungsfaktoren birgt das Risiko, dass Bauteile über- oder unterschätzt werden. Darüber hinaus sind Abminderungsfaktoren für die verwendeten Materialien oft meist nicht vorhanden.

Zukünftig wird die Industrie immer stärker dazu gezwungen sein kostengünstigere, zuverlässigere und leichtere Bauteile zu entwickeln. Eine Möglichkeit ist, dass Anriss- und das Risswachstumsverhalten der verwendeten Werkstoffe bei der Auslegung zu berücksichtigen. Dabei ist die Kenntnis des Anriss- und des Risswachstumsverhalten notwendig.

Diese Vortrag zeigt Ergebnisse zur Anriss- und das Risswachstumsermittlung an kurzglasfaserverstärkten Polyamiden unter zyklischer Belastung. Dabei wird mit makroskopischen Methoden die Anrisschwingspielzahl und das Risswachstum ermittelt.



Forschungsprojekt SMILE: Design von Lasteinleitungselementen für automobile Thermoplast-Sandwichbauteile

Dr. Jörg Hohe, IWM

Für Bodenstrukturen künftiger Elektrofahrzeuge wurden thermoplastbasierte Sandwichaufbauten untersucht, die mit großserienfähigen Verarbeitungsprozessen hergestellt werden können. Die Sandwichaufbauten bestehen aus einem Schaumkern und Decklagen aus thermoplastischen Polyamid-Kohlefasertapes. Um punktuelle Lasten möglichst schonend in die Sandwichstruktur einzuleiten, wurden verschiedene Konzepte numerisch untersucht. In einem mehrstufigen, numerischen Screening wurden die besten Varianten identifiziert. In der ersten Stufe wurden sieben Varianten als konzeptioniert. Diese wurden als Simulationsmodelle mit niedrigem Detaillierungsgrad bezüglich ihrer massebezogenen Steifigkeit und Festigkeit bewertet. In der zweiten Stufe erfolgte eine weitere Detaillierung der drei vielversprechendsten Varianten. Auf Basis der Berechnungen wurde die Struktur der Lasteinleitungselemente mehrfach optimiert. Es zeigt sich, dass die Gestalt der Lasteinleitungselemente erheblichen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften hat und durch geeignete Gestaltung solcher Elemente die Leistungsfähigkeit der Strukturen enorm gesteigert werden kann.



Forschungsprojekt LaserLeichter: Effizientes Fügen von Metall mit thermoplastischen Faserverbundstrukturen durch Kombination von Stoff- und Formschluss

Annett Klotzbach, IWS

Durch den Mischbau mit Leichtbaumaterialien lässt sich das Gewicht von Fahrzeugen deutlich reduzieren ohne Kompromisse im Bereich der Sicherheit für die Insassen und andere Verkehrsteilnehmer einzugehen. Schlüssel für den Einsatz solcher Materialkombinationen sind effiziente Technologien für das Fügen solcher artungleichen Verbindungen.

An dieser Stelle setzt das BMBF-Projekt LaserLeichter an, indem es innovative und großserientaugliche Fügetechnologien für artungleiche Metall-Metall und Metall-Kunststoffverbindungen sowie die benötigte Anlagen- und Prüftechnik erforscht und damit die Grundlagen für den späteren Serieneinsatz solcher Fügetechnologien schafft. Konkret fokussieren sich die Arbeiten auf den Einsatz des Werkzeuges Laser, da dieser durch seine hohe Flexibilität und die berührungslose, verschleißfreie Wirkungsweise vielfältig einsetzbar ist.

Im Rahmen des Vortrages werden Ergebnisse zum Laserschweißen von Stahl-Aluminium Verbindungen und innovative Fügetechnologien für Metall-Kunststoff Verbünde erforscht und Konzepte für die zerstörungsfreie Prüfung sowie zur FEM von Multimaterialkonstruktionen vorgestellt.



Forschungsprojekt Organosandwich: Verarbeitung und Bewertung von thermoplastischen Faserverbund-Sandwichhalbzeugen im Hybrid-Spritzgussprozess

Thomas Gläßer, Anne Geyer, IMWS

Die Sandwichbauweise auf Basis von endlosfaserverstärkten Kunststoffdecklagen und strukturierten Wabenkern ist eine Leichtbautechnologie, welche auf Grund ihrer zeitaufwendigen Fertigungsverfahren, überwiegend in Hochpreissegmenten wie der Luft- und Raumfahrtindustrie Anwendung findet. Im Forschungsprojekt „Organosandwich“ entwickelte die Firma ThermHex Waben GmbH ein kontinuierlich herstellbares Sandwichhalbzeug mit integriertem Faltschalenkern, welches das Potential hat, diese effiziente Leichtbauweise auch in Massenanwendungen wie der Automobilindustrie zu etablieren. Aufgrund des thermoplastbasierten Aufbaus bietet dieses Sandwichhalbzeug materialspezifische Vorteile, die eine Weiterverarbeitung mittels großserientauglicher Hybridspritzgusstechnologie erlauben. Das Fraunhofer IMWS untersucht und optimiert, die für die Verarbeitung der Sandwichhalbzeuge notwendigen Prozessschritte, um zukünftig montagefertige Strukturbauteile industrienah herstellen zu können. Die Forschungsschwerpunkte beinhalten das Warmumformen der ebenen Sandwichhalbzeuge zu gekrümmten Schalenstrukturen, sowie das Bewerten der daraus resultierenden Verarbeitungs-Eigenschafts-Korrelationen. Zudem stellt das Einleiten von Lasten beim Einsatz von vergleichsweise druckempfindlichen Sandwichstrukturen eine besondere Herausforderung dar. Hierfür werden Konzepte zur Fertigung von punktuellen und linienförmigen Lasteinleitungselementen mittels konventioneller Spritzgussmaschine entwickelt.



Forschungsprojekt Lightflex: Additive Prozesskette für Thermoplast-FVK

Malena Schulz, IPT

Thermoplastische Faserverbundwerkstoffe zeichnen sich durch das geringe Gewicht, die hohen Festigkeiten, die Wiederverwertbarkeit und durch die gute Verarbeitbarkeit aus. Insbesondere endlos faserverstärkte thermoplastische Lamine, »Organobleche«, rücken immer stärker in den Fokus der Industrie und Forschung. Dennoch stellt die schwierige Funktionalisierung dieser Halbzeuge durch Anbindungspunkte, Verstrebungen oder andere filigrane Funktionsstrukturen eine Herausforderung dar, die zurzeit nur durch Hinterspritzen mit teuren Spritzgießwerkzeugen für die Großserie ermöglicht wird.

Das Fraunhofer IPT und das Konsortium des Projekts »LightFlex« arbeiten daher an einer Prozesskette zur flexiblen, generativen und automatisierten Herstellung hybrider Leichtbauteile für die Kleinserie. Durch den 3D-Druck lassen sich die Bauteile nahezu beliebig individualisieren und mit den gewünschten Funktionen versehen, bevor sie mit einem Organoblech gefügt werden und so die erforderliche Belastbarkeit erreichen. Das vom BMBF geförderte Projekt kombiniert generative Fertigungsverfahren zu einer flexiblen Produktionskette zur Herstellung hybrider FVK-Komponenten. Für die Automatisierung wird eine Vernetzung der Prozesskette durch das Fraunhofer IPT durchgeführt, wodurch die Potentiale der adaptiven Produktion in der Herstellung von FVK-Komponenten im Kontext der Industrie 4.0 untersucht werden.

