

INTELLIGENTE MATERIALIEN FÜR DEN LEICHTBAU

Professor Dr.-Ing. Ingolf Müller verstärkt das Team der Maschinenbauer



>> Zum Sommersemester 2017 begrüßte die Fakultät für Technik einen neuen Professor in ihren Reihen: Dr.-Ing. Ingolf Müller nahm seine Lehrtätigkeit in den Studiengängen Maschinenbau/Produktentwicklung, Maschinenbau/Produktionstechnik und -management sowie Mechatronische Systementwicklung auf. Seine Mission: Erforschung, Entwicklung und Schadenserkennung von ressourcenschonenden Verbundwerkstoffen.

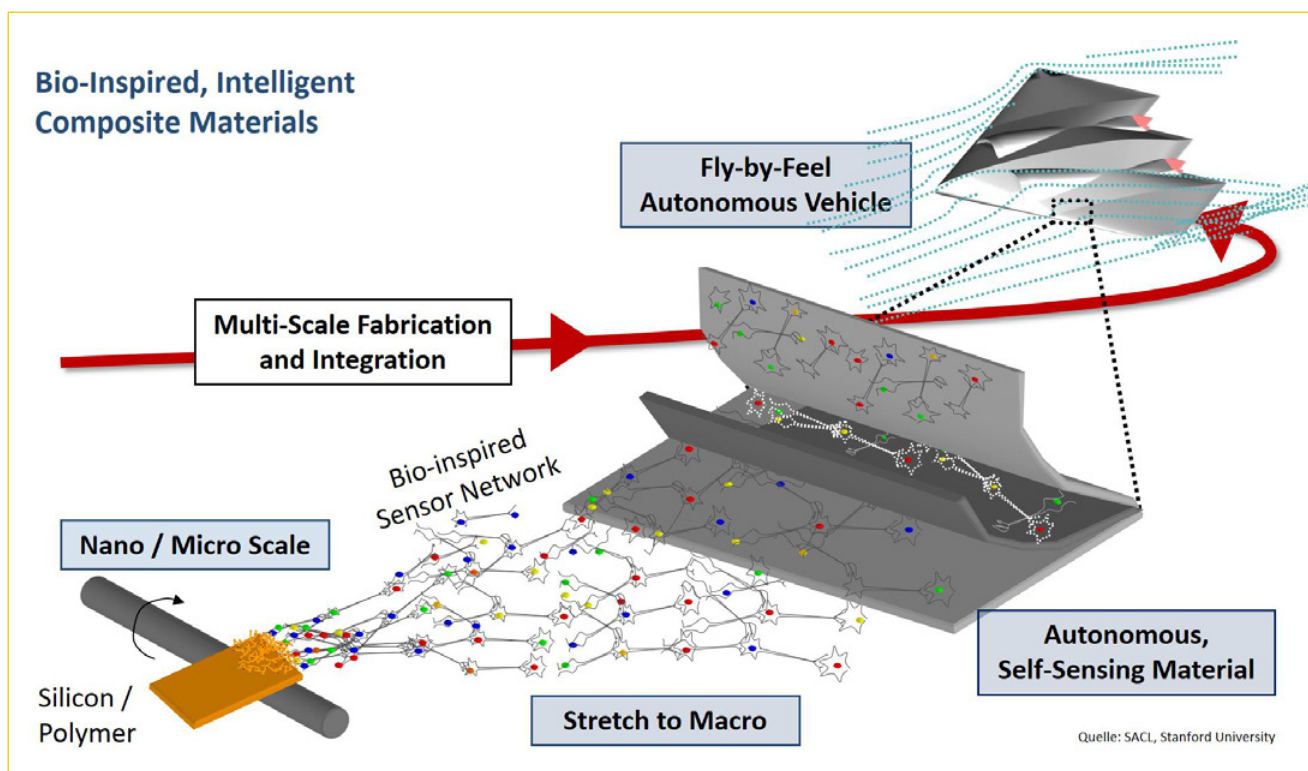
Immer größer, immer leistungsfähiger, immer wirtschaftlicher; dieser enorme Fortschritt wäre ohne fortlaufende technische Innovationen nicht denkbar. Aber er wirft auch Fragen auf: Wie leben wir morgen? Wie entwickeln sich Wirtschaft und Lebensqualität? Und was macht das Klima? Viele Fragen, die ein Thema berühren: den Umgang mit Rohstoffen und Energie. Einen wichtigen Beitrag, um den Problemen von Rohstoffknappheit und Umweltbelastungen wirksam begegnen zu können, leistet der Leichtbau. Als Effizienztechnologie gewinnt er seit Jahren einen im-

mer höheren Stellenwert. Umso wichtiger erscheint es, Studierende mit dem nötigen Know-how auszustatten, um diesen Herausforderungen begegnen können.

Geschichtet aufgebaute Verbundwerkstoffe werden aufgrund ihrer gezielt einstellbaren richtungsabhängigen Materialcharakteristik zunehmend für vielfältige technische Anwendungen eingesetzt. Besonders die hohen spezifischen Eigenschaften, insbesondere die auf das Eigengewicht (Dichte) bezogene Festigkeit oder Steifigkeit, machen diese Werkstoffe (bspw. CFK) für Leichtbauanwendungen vom Flugzeugbau bis zur automobilen Serienfertigung äußerst interessant. Im Gegensatz zu den traditionellen Konstruktionswerkstoffen aus Metall weisen die Verbundwerkstoffe nicht nur ein stark richtungsabhängiges Materialverhalten auf, sondern zeigen auch vielfältige, komplexe und teilweise schwer erkennbare Schadensmoden. Diese lokalen Schädigungen führen zu einer erheblichen Herabsetzung der mechanischen Eigenschaften und kön-

nen, wenn sie unerkannt bleiben, nicht selten den Auslösemechanismus für ein globales Strukturversagen bilden. Um diese Werkstoffe dennoch als Sicherheitsbauteile mit hohen strukturellen Eigenschaften einsetzen zu können, besteht die Notwendigkeit der Entwicklung zuverlässiger und effizienter Verfahren zur zerstörungsfreien Schadensdiagnose.

Dieses Problem beschäftigte Professor Müller während seiner gesamten wissenschaftlichen Laufbahn. Inspiriert durch biologische Systeme lag der Fokus auf der Entwicklung von intelligenten Verbundwerkstoffen (Smart Structures) durch eingebettete Sensor- und Aktuatornetzwerke. Solche neuar-



tigen Strukturen können nicht nur die Umgebung erfassen, entsprechende Signale lokal verarbeiten sowie Informationen extrahieren und weiterleiten, sondern eben auch in Echtzeit eine Schadenserkenkung und Prognose der Restlebensdauer durchführen. Im Grunde ist ein solches technisches System sehr ähnlich der menschlichen Haut, die beispielweise auf einem Quadratzentimeter über 100 „Sensoren“ für Schmerz, Wärme und Druck unterbringt und informationstechnisch verknüpft. Die intelligenten Verbundstrukturen tragen zusätzlich noch hohe mechanische Lasten ab.

Für die Entwicklung derartiger Strukturen sind viele Fragen zu beantworten; beispielsweise nach der Dichte des Sensornetzwerkes für bestimmte Aufgaben, der Extraktion von Informationen aus großen Datenmengen und als Teil eines inversen Problems, die kostengünstige Herstellung und Einbringung der Netzwerke in die Tragstruktur, der Energieversorgung der einzelnen Sensoren, etc. Die Lösungen können nur durch enge Verknüpfung verschiedenster Disziplinen wie Materialwissenschaft, Elektrotechnik, Maschinenbau, Numerische Mathematik, Informatik und Biologie gelingen. Ingolf Müller ist überzeugt, dass dieses interdisziplinäre Denken der Schlüssel für viele Innovationen ist.

Professor Müller hat an der Universität Kassel zunächst Bauingenieurwesen mit der Vertiefung Strukturmechanik und Leichtbau studiert und anschließend am Institut für Mechanik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) auf dem Gebiet der Schadensdiagnose von Verbundwerkstoffen und der nichtlinearen Dynamik promoviert.

Mit Schädigungs- und Versagensanalyse, Echtzeit-Schadenserkenkung in Faserverbundwerkstoffen und Multi-Material-Strukturen sowie eingebetteten Multi-Sensor- und Aktuatornetzwerken im Bereich Luft- und Raumfahrttechnologie beschäftigte sich Professor Müller während seiner 5-jährigen Tätigkeit am Structures and Composites Laboratory (SACL) der Stanford University in Kalifornien. Auch hier standen ökonomische und ökologische Aspekte im Vordergrund; beispielsweise die Frage, ob intelligente Schadenserkenkungssysteme in Flugzeugen es ermöglichen, von der derzeit praktizierten Wartung mit starren Zeitintervallen auf eine effiziente, zustandsbasierte Wartung bei gleichen Sicherheiten überzugehen. Hierfür ist es wichtig, den aktuellen Schädigungszustand einer Struktur möglichst exakt zu erfassen und anhand von zu erwartenden Lastkollektiven und Umgebungsbedingungen eine Echtzeitprognose für die verbleibende Lebensdauer zu erhalten.

Für zwei große Projekte im Bereich der Echtzeit-Schadenserkenkung zeichnete Ingolf Müller mit seinem Team verantwortlich: Die Konzeptionierung und Entwicklung eines integrierten, echtzeitfähigen Schadenserkenkungssystems u.a. für das Crew Vehicle des damaligen Constellation Programms der NASA; sowie für den Flugzeugbauer Boeing – der sich im Zuge der Entwicklung der B787 (Dreamliner) intensiv mit dem Serieneinsatz von Verbundwerkstoffen beschäftigte – mit der Implementierung von Structural Health Monitoring (SHM) zur Online-Überwachung dieser neuen Materialien und Strukturen.

Forschungsintensiv ging es weiter: Im Silicon Valley, einem der bedeutendsten Standorte der IT- und High-Tech-Industrie weltweit, forschte und arbeitete Professor Müller bei einem Startup-Unternehmen in einem interdisziplinären Team an Vorentwicklungen für den intelligenten Leichtbau der Zukunft. Fragen nach der Einbettung großer Sensornetzwerke in Strukturen und damit verbunden die Gewinnung von verteil-

ten Zustandsdaten, die Eigenschaften von riesigen Datenmengen und ihrer Clusterung beschäftigte das Forscherteam.

Das Thema Leichtbau nahm er mit in seine Industrielaufbahn, die ihn an den Bodensee führte. Für die ZF Friedrichshafen, mit 122 Produktionsgesellschaften in 26 Ländern weltweit einer der führenden Automobilzulieferer, hat Ingolf Müller die produktseitige Entwicklung mit Faserkunststoffverbunden (FKV) für Leichtbauanwendungen in Automobilbau und Industrietechnik als Leiter der Vorentwicklung Leichtbau betreut. Die Verbindung von Leichtbau, Bionik und dem richtigen Material für jede spezielle Anwendung ist eine fruchtbare Kombination, aus der die Fahrzeugtechnik großen Nutzen insbesondere auch für die Nutzfahrzeuge ziehen kann. Inzwischen ist Professor Müller Mitinhaber von über 50 Patenten (und Anmeldungen) für unterschiedlichste Problemstellungen der Ingenieur- und Materialwissenschaften sowie der Fahrzeugtechnik.

Nach den Jahren in der Industrie freut sich Ingolf Müller insbesondere auch auf die Lehre an der Hochschule Pforzheim: „Meine Passion für das Wesen von Strukturen, die effizient Lasten tragen müssen, begann bereits in der Schule. Mich fasziniert alles rund um neue Werkstoffe und intelligente Strukturen, aber insbesondere die Verbundwerkstoffe und deren Potenzial.“ Die Aufgabe des Lehrenden sieht Müller darin, bei den Studierenden das Feuer für ihr Fach zu entzünden: „Ich möchte den Studierenden das Themengebiet Leichtbau durch praktisch unterlegte Inhalte und Veranschaulichung begreifbar machen.“ Außerdem freut Müller sich auf spannende Aufgaben, innovative Forschungsprojekte und die Fortführung seiner Leidenschaft für leichte und intelligente mechanische Strukturen. ■