

Maschin Treiber der



enbau – Nachhaltigkeit

Text: Wolfgang Krischke

Illustrationen: Sylwia Kubus



Angesichts von steigenden Meeresspiegeln, anhaltenden Trockenperioden, verschmutzten Meeren und einem dramatischen Rückgang der Artenvielfalt ist „Nachhaltigkeit“ zum Megathema der Gegenwart geworden. Doch das Grundprinzip, um das es dabei geht, kannte schon vor mehr als dreihundert Jahren ein Mann, der von E-Mobilität und Recycling nicht einmal träumen konnte. Der kursächsische Bergbaubeamte Hans Carl von Carlowitz forderte im Jahr 1713 „eine kontinuierliche beständige und nachhaltige Nutzung“ des Waldes. Damit gehörte er zu den ersten, die ‚Nachhaltigkeit‘ als ökologischen Begriff im Sinne von Ressourcenschonung und Regenerationsfähigkeit verwendeten. Dass das mit Blick auf die Forstwirtschaft geschah, ist nicht verwunderlich: Holz war im 17. und 18. Jahrhundert ein äußerst knapper Rohstoff, begehrt als Bau- und Brennmaterial. Besonders der Bergbau, das Hüttenwesen und die Salinen verbrauchten riesige Mengen davon und verursachten immer wieder „Holznot“. Nur durch eine Kontrolle des Holzein-

schlags und kontinuierliche Wiederaufforstung ließen sich diese frühen Industrien auf Dauer betreiben und zugleich eine Versteppung der Landschaft verhindern. Lange war „Nachhaltigkeit“ deshalb vor allem ein forstwirtschaftliches Prinzip.

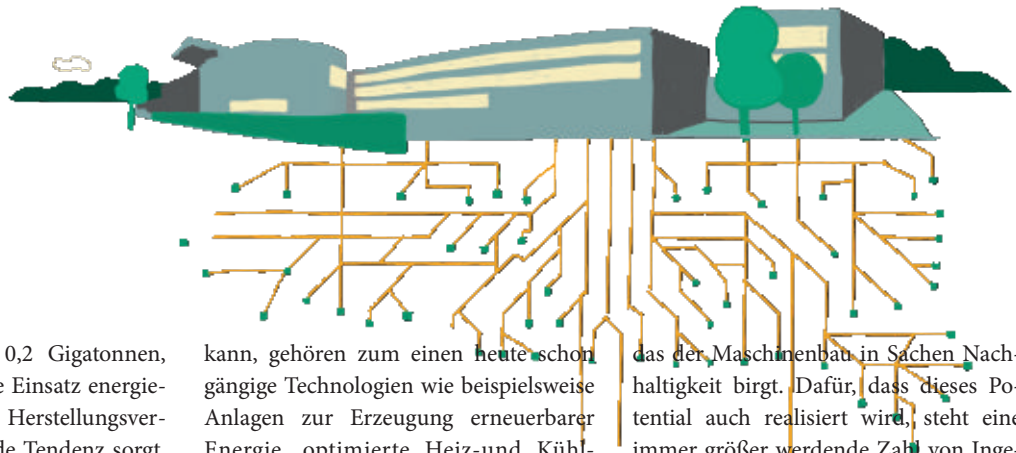
Aus dem Nischenbegriff von einst ist mittlerweile ein Schlagwort mit globaler Dimension geworden. Der einzige Weg, den Klimawandel, die Umweltverschmutzung und das Artensterben wirksam einzudämmen, führt über eine Wirtschaft, in der Nachhaltigkeit das leitende Prinzip darstellt. Doch die entscheidende Herausforderung besteht darin, diese politische Zielvorgabe praktisch umzusetzen, also Lösungen zu entwickeln, die technisch gut funktionieren, und gleichzeitig die hochindustrialisierten Gesellschaften vor wirtschaftlichen Einbrüchen und sozialen Verwerfungen zu bewahren. Dabei kommt dem Maschinenbau – seinen Forschungseinrichtungen ebenso wie seinen Unternehmen – eine Schlüsselrolle zu. Schließlich sind es die hier ent-

wickelten Technologien, die in der Industrie zum Einsatz kommen und so einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung von Zielen wie Klimaneutralität und Ressourcenschonung leisten können. Das Potential, das der Maschinenbau in dieser Richtung entfalten kann, haben der Maschinenbauverband VDMA und die Strategieberatung Boston Consulting Group (BCG) in einer Studie untersucht (<https://media-publications.bcg.com/BCG-German-For-Machinery-Makers-Green-Tech-Creates-Green-Business-2020-07-14.pdf>).

Am meisten
Treibhausgas entsteht
durch die Fertigung

Danach erzeugen die OECD-Staaten gemeinsam mit Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika jährlich 35 Gigatonnen an CO₂-Emissionen. Am meisten Treibhausgas entsteht durch die Fertigung (16,7 Gt), gefolgt von Bauwirtschaft (6,7 Gt), Transport (5,7 Gt) sowie Landwirtschaft und Entsorgung (4,3 Gt). Die Maschinenbaubetriebe





selbst emittieren nur 0,2 Gigatonnen, wobei der zunehmende Einsatz energie- und materialsparender Herstellungsverfahren für eine sinkende Tendenz sorgt. Im globalen Maßstab entscheidender ist, dass die Maschinen- und Anlagenbauer durch ihre Produkte Einfluss auf die Treibhausgasemissionen vieler Sektoren der industriellen und landwirtschaftlichen Produktion haben. Je stärker sie bei der Entwicklung der Technologien, die sie ihren Kunden anbieten, ökologische Kriterien einbeziehen, desto weiter bringen sie den Umbau hin zu einer nachhaltigen Wirtschaft voran. Langfristig lassen sich auf diese Weise der Studie zufolge die jährlichen CO₂-Emissionen um insgesamt bis zu 30 Gigatonnen, also 86 Prozent senken.

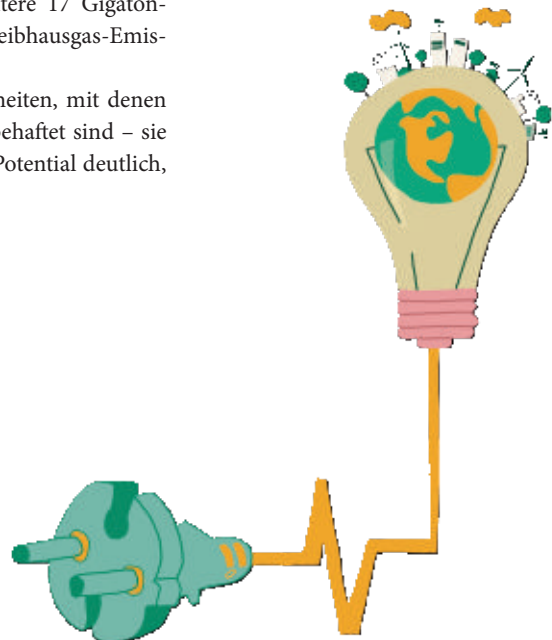
Der Maschinenbau kann den ökologischen Fußabdruck seiner Kunden verkleinern

Zu diesen Hebeln, mit denen der Maschinenbau den ökologischen Fußabdruck seiner Kunden verkleinern

kann, gehören zum einen heute schon gängige Technologien wie beispielsweise Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie, optimierte Heiz- und Kühlsysteme mit Wärmerückgewinnung, energieeffiziente Motoren oder materialsparende Herstellungsverfahren. Durch eine flächendeckende Verbreitung und Nutzung dieser heute bereits wirtschaftlich einsetzbaren Technologien ließen sich der Studie zufolge 13 Gigatonnen oder 37 Prozent der Gesamtausstoßes an CO₂ einsparen. Andere Technologien wie die Methannutzung für den Antrieb von Landmaschinen oder die Herstellung und Nutzung „grünen“ Wasserstoffs als Energieträger werden möglicherweise in Zukunft Bedeutung bekommen, wenn ihre Herstellung und ihr Einsatz im industriellen Maßstab und zu marktwirtschaftlichen Bedingungen möglich sind. Damit ließen sich weitere 17 Gigatonnen der aktuellen Treibhausgas-Emissionen vermeiden.

Bei allen Unsicherheiten, mit denen solche Berechnungen behaftet sind – sie machen das immense Potential deutlich,

das der Maschinenbau in Sachen Nachhaltigkeit birgt. Dafür, dass dieses Potential auch realisiert wird, steht eine immer größer werdende Zahl von Ingenieuren, die ihre Kompetenz und Innovationsfreude mit ökologischem Engagement verbinden. Für sie sind Ressourcenschonung, Energieeffizienz und Abfallvermeidung keine Zusatzthemen, sondern integraler Bestandteil der Lösungen, an denen sie arbeiten. Dazu trägt auch die Lehre an den Hochschulen bei: „Grüne“ Aspekte, die in den Maschinenbaustudiengängen früher nur am Rand vorkamen, erhalten in den Lehrplänen eine stetig wachsende Bedeutung. Moderner Maschinenbau ist zu einem Treiber der Nachhaltigkeit geworden. Das ist eine gute Nachricht, denn Nachhaltigkeit „ist eine unentbehrliche Sache“, wie schon Hans Carl von Carlowitz festgestellt hatte.



Nachhaltige Ingenieurwissenschaft: Ein deutschlandweit einmaliger Studiengang auf dem Campus Maschinenbau

Text: Wolfgang Krischke

Wie schaffen wir es, klimaneutral zu produzieren, das Artensterben einzudämmen, die Vermüllung der Meere zu stoppen? Nachhaltigkeitsziele zu formulieren reicht nicht – es kommt darauf an, sie in die Praxis unserer hochindustrialisierten Gesellschaft umzusetzen. Dafür braucht es Menschen, die ökologisches Denken, technische Kompetenz, Innovationsfreude und wissenschaftlich geschulten Pioniergeist verbinden. Sie auszubilden, ist das Ziel des neuen Bachelor-Studiengangs Nachhaltige Ingenieurwissenschaft, den die Fakultät Maschinenbau der Leibniz Universität Hannover seit dem Wintersemester 2021/22 anbietet.

Es ist deutschlandweit der einzige universitäre Studiengang dieser Art. Beteiligt sind insgesamt acht Fakultäten. Neben ingenieurwissenschaftlichen Kernfächern wie Mathematik, Technische Mechanik, Konstruktionslehre, Werkstoffkunde oder Energie- und Verfahrenstechnik stehen Themen der Nachhaltigkeitswissenschaft, des Umweltrechts und der Technikphilosophie auf dem Lehrplan. Gleich im ersten Semester absolvieren die Studierenden ein praxisnahes Bachelorprojekt. In Gruppen erarbeiten sie ingenieurwissenschaftliche Lösungen zu aktuellen Forschungs- oder Praxisproblemen, etwa wie Kunststoffe recycelt oder Schutzmasken im Medizinssektor umweltfreundlicher werden können. Hier geht es auch um Teamfähigkeit, Projektmanagement



und Eigenverantwortung – Kompetenzen, auf deren Ausbildung auch sonst im Studium Wert gelegt wird.

Wie groß die Nachfrage nach einer solchen Ausbildung ist, zeigen die Anmeldungen: Mit 115 Erstsemestern, davon 43 Frauen, ging der neue Studiengang im Oktober an den Start. „Die Zahlen zeigen uns, dass wir mit unserem Angebot richtig liegen“, sagt Lisa Lotte Schneider, Leiterin des Studiendekanats an der Fakultät für Maschinenbau. „Es gibt viele junge Menschen, die ihre Begeisterung für die Technik mit ökologischem Engagement verbinden wollen. Für sie haben wir die Nachhaltige Ingenieurwissenschaft konzipiert. Themen wie Ressourcenschonung und Energieeffizienz sind hier nicht Zusatzangebote, sondern mit den technischen Ausbildungsinhalten verwoben.“

Einen wichtigen Bestandteil des Lehrplans bilden produktionstechnische Vorlesungen und Übungen aus allen Disziplinen des PZH. Zwei PZH-Institute liefern darüber hinaus mit ihren Modulen einen besonderen Beitrag zum Nachhaltigkeitsprofil des Studiengangs: Das Mo-

dul ‚Nachhaltige Produktion‘ des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) behandelt alle Facetten der Nachhaltigkeit in Produktionsunternehmen, von der Material- und Energieeffizienz über Mitarbeiterpartizipation, Fragen der Beschaffung und Distribution bis hin zu rechtlichen und politischen Aspekten (s. Interview). Im Modul ‚Polymerwerkstoffe‘ des Instituts für Kunststoff- und Kreislauftechnik (IKK) geht es um die Eigenschaften der unterschiedlichen Kunststofftypen und die Methoden ihrer Analyse, während das Modul ‚Kreislauftechnik‘, ebenfalls vom IKK veranstaltet, die unterschiedlichen Verarbeitungs- und Recyclingtechnologien behandelt. Bei der ‚Nachhaltigkeitsbewertung‘, dem dritten IKK-Modul, bilden Ökobilanzen ein zentrales Thema. (s. Interview).

Wer nach dem Bachelorabschluss weitermachen will, kann einen Masterstudiengang der beteiligten ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten anschließen. Möglich sind beispielsweise Maschinenbau, Umweltingenieurwesen, Mechatronik und Robotik oder Biomedizintechnik. Einen Arbeitsplatz zu finden, wird den Nachhaltigkeitsingenieuren von morgen aller Voraussicht nach nicht schwerfallen. Mit ihrem Wissen und Know-how werden sie in der produzierenden Industrie, der Fertigungstechnik, im Bereich der erneuerbaren Energien, in der Abfallwirtschaft, der Rohstoffindustrie, aber auch in öffentlichen Einrichtungen und in der Politikberatung sehr gefragt sein.

Herr Dr. Heinen, Sie sind von diesem Semester an Dozent für das Modul ‚Nachhaltige Produktion‘ im Studiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft. Dieses Thema ist für Sie auch als Lehrstoff kein Neuland, Sie halten dazu schon seit mehreren Jahren eine Vorlesung im Studiengang Maschinenbau. Welche Erfahrungen als Dozent haben Sie mit dem Thema in der universitären Lehre gemacht?

Ich biete seit 2015 im Maschinenbau die Lehrveranstaltung ‚Nachhaltigkeit in der Produktion‘ an. Es ist keine klassische Vorlesung, sondern eher ein Seminar, das von Diskussionen und der gemeinsamen Erarbeitung von Lösungen lebt. Deshalb ist die Teilnehmerzahl auf 25 begrenzt. Die Idee dazu hatten Prof. Nyhuis, der Leiter des IFA, und ich. Nachhaltigkeit in der Fabrik war damals noch ein Nischenthema, im Lehrplan kam es überhaupt nicht vor. Jetzt gibt es einen kompletten Studiengang dafür.

Wie war die Resonanz der Studenten auf Ihre Vorlesung?

Als ich anfang, waren wir zu zehnt in der Vorlesung. Jetzt, sieben Jahre später, hat sich die Situation völlig verändert. Obwohl es keine Pflichtveranstaltung ist, bekomme ich jedes Mal 80 bis 90 Anmeldungen. Die Mehrzahl muss ich wegen der begrenzten Platzzahl leider ablehnen.

Sieben Jahre sind ja keine lange Zeit.

Was hat sich so grundlegend verändert?

Mittlerweile trifft die Vorlesung einen Nerv, weil das Thema Nachhaltigkeit eine enorme Wucht bekommen hat. Das merkt man ja auch an den Erstsemesterzahlen im neuen Studiengang. Für die jungen Leute, die jetzt anfangen zu studieren, haben ökologische Aspekte eine ganz großes Gewicht. Ich frage meine Studierenden immer: Werden solche Kriterien für Sie auch bei der Wahl des Arbeitgebers eine Rolle spielen? Alle sagen: Ja, natürlich!

Nun ist Nachhaltigkeit ja ein weiter Begriff. Was verbinden Sie in Ihrer Vorlesung damit?

Wenn es um Fabrikplanung geht, ist Nachhaltigkeit ein übergeordnetes Thema, das alle Bereiche eines Unternehmens durchzieht. Der Schwerpunkt der Vorle-

sung liegt zwar auf der Frage, wie man die Produktion im Sinne der Nachhaltigkeit organisieren kann. Aber wir schauen auch in andere Unternehmensbereiche wie Beschaffung oder Vertrieb. Das Ganze fußt auf einem Modell mit drei Säulen: Neben der ökonomischen steht die ökologische Perspektive, bei der es zum Beispiel um Materialeinsparung und Energieeffizienz geht. Und drittens gehört die soziale Perspektive, also die Mitarbeiterzufriedenheit, zur Nachhaltigkeit.

Bringen Sie den Studenten auch Strategien bei, wie sie das Thema Nachhaltigkeit in die Betriebe hineinbringen können?



Dr.-Ing. Tobias Heinen ist einer der drei Geschäftsführer der GREAN GmbH. Die Firma – eine Ausgründung aus dem Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) – berät produktionstechnische Unternehmen bei der Fabrikplanung und Prozessoptimierung. Als Lehrbeauftragter des IFA hält er Gastvorlesungen im Studiengang Maschinenbau sowie im neuen Studiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft. Foto: GREAN

Ja, nach den theoretischen Grundlagen geht es im zweiten Teil der Vorlesung um die Frage, wie sich Nachhaltigkeit als leitendes Thema in einem Unternehmen implementieren und umsetzen lässt. Es gibt parallel zur Vorlesung eine Übung. Da spielen wir anhand eines realen Fallbeispiels die unterschiedlichen Schritte der Umwandlung von einem klassisch organisierten hin zu einem nachhaltig organisierten Unternehmen durch.

Welche praktischen Erfahrungen haben

Sie als Berater bislang mit solchen Umwandlungsprozessen gemacht?

Was man in den Unternehmen wirklich verstanden hat, ist die ökologische Seite der Nachhaltigkeit. Wegen der steigenden Energiepreise und der Probleme bei Materiallieferungen muss man niemandem mehr erklären, warum man Energie und Material einsparen sollte. Aber der Blick durch die soziale Brille, den gibt es bislang selten. Wie kann ich meine Fabrik so gestalten, dass meine Mitarbeiter ihn als einen angenehmen, vielleicht sogar inspirierenden Arbeitsort erleben? Dieser Frage werden sich Unternehmer stellen müssen, denn wegen der demographischen Entwicklung können sich gut ausgebildete Leute den Arbeitgeber mittlerweile aussuchen. Einzelne Unternehmensleitungen reagieren auch schon auf diese Situation und versuchen, eine Fabrik zu bauen, die sich weniger wie eine Fabrik, sondern eher wie eine Arbeitswelt anfühlt.

Was heißt das konkret?

Zum einen geht es um ganz einfache Sachen, zum Beispiel um Tageslicht in der Halle statt ausschließlich künstlicher Beleuchtung, um eine effiziente Lüftungstechnik, angenehme Temperaturen, gute Sozialräume. Aber es geht auch um die künstliche Trennung, die bislang besteht zwischen denen, die in schicken Büros sitzen und die Produktion planen und denen, die an der Maschine stehen und das dann „ausbaden“ müssen. Diese Trennung sollte aufgehoben werden: Entscheidungen sollten stärker in den produzierenden Bereichen selbst fallen, weil die Mitarbeiter dort auch die Konsequenzen tragen müssen. Aber da gibt es noch viel Überzeugungsarbeit zu leisten.

Neben Ihrer Nachhaltigkeitsvorlesung im Maschinenbau werden Sie nun auch das Modul ‚Nachhaltige Produktion‘ im Studiengang Nachhaltige Ingenieurwissenschaft unterrichten. Gibt es da Unterschiede?

Es ist ein Pflichtmodul, das heißt, die Teilnehmerzahl wird deutlich höher sein. Ich werde trotzdem versuchen, den interaktiven Charakter aus der Maschinenbau-Vorlesung so weit wie möglich mit hinüberzunehmen.



Prof. Dr.-Ing. Hans-Josef Endres ist Leiter des IKK – Instituts für Kunststoff- und Kreislaufftechnik. Die Forschungsarbeit des Instituts nimmt den gesamten Lebenszyklus von biobasierten und konventionellen Kunststoffen in den Blick und zwar von der Materialentwicklung über die Verarbeitung, Anwendung bis hin zu den verschiedenen End of Life Optionen sowie der Nachhaltigkeitsbewertung der Werkstoffe und Prozesse.

Herr Professor Endres, das IKK ist in der Nachhaltigen Ingenieurwissenschaft mit drei profilgebenden Lehrveranstaltungen vertreten. Waren Sie auch bereits an der Konzeption des Studiengangs beteiligt?

Die Idee wurde in der „Fakultät „geboren“. Ich habe mich gerne in die Entwicklung des Studiengangs von Anfang an eingebracht, denn zum einen ist Nachhaltigkeit eines der Kernthemen des IKK und zum anderen bietet der Studiengang uns als neuem Institut eine sehr gute Möglichkeit, unsere Lehrinhalte auch in Form von Pflichtmodulen in einem neu zu gestaltenden Curriculum zu positionieren. Ich kann mir auch vorstellen, dass wir auf den Bachelor-Studiengang später noch einen Masterstudiengang aufsetzen.

Wie verlief die Planungsphase? Muss-

anfang viel Überzeugungsarbeit leisten?

Nein, nachdem der Maschinenbau die Initiative zu diesem Studiengang ergriffen hatte, bekam das Thema sehr schnell eine positive Eigendynamik. Die Resonanz, sowohl innerhalb der Universität als auch von Seiten des Wissenschaftsministeriums, war von Anfang an sehr ermutigend.

Der Studiengang versammelt ja viele Fächer unter einem Dach. Haben Sie und die anderen Mitglieder des Planungsteams sich zusammengesetzt und überlegt, wen sie ansprechen können?

Wir sind auf Kollegen, die in der Lehre passende Themen behandeln, aktiv zugegangen, aber einige haben sich auch selbst gemeldet. Klar war für uns alle, dass es nicht damit getan war, schon bestehende Lehrinhalte zum Beispiel zur materialge-

rechten Konstruktion nun einfach mit dem Etikett der Nachhaltigkeit zu versehen, sondern dass neue, studiengangsspezifische Vorlesungen angeboten werden müssen. Daneben haben wir auch geschaut, wie man schon existierende Lehrveranstaltungen so weiterentwickeln kann, dass sie in das Profil passen.

Eine der Lehrveranstaltungen, die das IKK anbietet, trägt den Titel „Nachhaltigkeitsbewertung“. Worum geht es da?

Es ist eine Vorlesung, die über zwei Semester läuft und aus zwei Teilen besteht. Da geht es im ersten Teil um die Frage, was Nachhaltigkeit überhaupt ist und wie man Nachhaltigkeit bewerten kann, also welche Aspekte, Kriterien und Standards eine Rolle spielen, wenn man beispielsweise eine Ökobilanz zur Adressierung der Umweltauswirkungen erstellen will und



Hannah Goerdeler, studiert im initialen Semester des neuen Studiengangs „Nachhaltige Ingenieurwissenschaft“. Foto: privat

Frau Goerdeler, was hat Sie motiviert, Nachhaltige Ingenieurwissenschaft zu studieren?

Ich bin naturwissenschaftlich interessiert und habe zunächst ein Semester Mathe-

matik studiert. Aber da fehlte mir der praktische Bezug und ich habe auch gemerkt, dass mir die Fokussierung auf nur ein Fach wie Mathematik oder Physik nicht abwechslungsreich genug ist. Als ich dann auf die Nachhaltige Ingenieurwissenschaft stieß, die viele unterschiedliche praktische und theoretische Aspekte kombiniert, habe ich mir gedacht: Das probiere ich mal aus. Bis jetzt bin ich damit sehr zufrieden.

Wie haben Sie das erste Semester des neuen Studiengangs erlebt?

Wir haben ja zunächst viele Vorlesungen in den Grundlagenfächern, die nicht neu konzipiert wurden, sondern an denen auch diejenigen teilnehmen, die Maschinenbau oder Wirtschaftsingenieurwesen studieren. Aber es gab auch einige Lehrveranstaltungen nur für uns, zum Beispiel in der technischen Mechanik und in der Nachhaltigkeitswissenschaft. Das war gut,

weil man da die Kommilitonen kennenlernen konnte, mit denen man künftig zusammen studieren wird.

Ihr erstes Semester war ja zugleich die Premiere des Studiengangs. Lief alles glatt oder hat es noch hier und da geruckelt?

Gelegentlich wurde noch an der einen oder anderen Stellschraube gedreht, aber im Großen und Ganzen habe ich organisatorisch keinen Unterschied zu schon länger eingeführten Studiengängen bemerkt. Bis auf einen: Tutoren aus unserem Studiengang gab es natürlich noch nicht. Das haben erstmal Studierende aus dem Maschinenbau übernommen.

Wenn Sie sich unter Ihren Kommilitonen umhören – was reizt sie an der Nachhaltigen Ingenieurwissenschaft?

Neben der thematischen Vielfalt ist für viele der ökologische Schwerpunkt ein entscheidender Anreiz. Es gibt etliche, die

welche Freiheitsgrade es dabei gibt. Im zweiten Teil erstellen die Studierenden dann aktiv selber Ökobilanzen unter Nutzung spezifischer Softwareprogramme und in enger Anleitung durch uns. Sie lernen dabei auch, die dafür notwendigen Daten zu recherchieren. Es ist eine sehr interaktive und betreuungsintensive Lehrveranstaltung, denn jeder bekommt hier sein eigenes Thema und führt die Ergebnisse am Ende in einer Hausarbeit zusammen.

Was sind Freiheitsgrade?

Das sind zum Beispiel die jeweiligen Systemgrenzen, die ich wählen kann oder die Entscheidung darüber, welche Umweltkategorien ich einbeziehe und welche nicht. Nehmen wir zum Beispiel den Einsatz von Kohlenstofffasern im Auto: Blicke ich nur auf den Kraftstoffverbrauch, schneiden sie wegen ihres geringen Gewichts sehr gut ab. Aber ich muss auch berücksichtigen, wie viel Energie ihre Herstellung erfordert und welche Probleme die Entsorgung bereitet. Im ersten Teil der Vorlesung sensibilisieren wir die Studierenden für solche Aspekte und befähigen sie, Ökobilanzen kritisch zu hinterfragen. Im zweiten Teil gewinnen sie ein Verständnis darüber, wie wichtig hierzu die richtigen Annahmen und deren je-

weilige Auswirkungen sind.

Worum geht es bei den anderen beiden Modulen, die das IKK zum Studiengang beisteuert?

Im Modul ‚Polymerwerkstoffe‘ geht es zunächst einmal um Basiswissen, also um die Herstellung und den chemischen Aufbau der Kunststoffe. In einem weiteren Schritt werden dann insbesondere die für Rezyklate relevanten Kunststoffeigenschaften angesprochen. Die Studierenden lernen – auch durch praktische Laborübungen – wie diese Eigenschaften ermittelt werden und wie sie mit der Mikrostruktur der Kunststoffe zusammenhängen. Damit wird die Grundlage für das daran anschließende Modul ‚Kreislauftechnik‘ gelegt. Da beschäftigen wir uns mit den Anforderungen an die Inputströme und deren Behandlungsstufen sowie mit den unterschiedlichen Recyclingverfahren. Oder wir behandeln zum Beispiel die Frage, warum bestimmte Kunststofftypen nicht zusammen eingeschmolzen werden dürfen oder wie ich die Kreislaufkonzepte einschließlich der technischen Recyclingprozesse gestalten muss, damit die Rezyklate höherwertig und konkurrenzfähig im Vergleich zu den Primärkunststoffen sind.

Denken Sie, dass die Nachhaltige Ingenieurwissenschaft junge Leute anzieht, die früher gar keine Ingenieurwissenschaft studiert hätten oder reagiert der Studiengang auf ein verändertes Bewusstsein bei denjenigen, die die klassische Klientel für ein Maschinenbau- oder Elektrotechnikstudium bilden?

Ich denke, wir werden beides haben. Es wird diejenigen geben, die in erster Linie Maschinenbau studieren wollen und es gut finden, dass sich dieser Studiengang auch mit den zunehmenden ökologischen Herausforderungen auseinandersetzt und technische Lösungen entwickelt. Aber es wird auch andere geben, für die die Nachhaltigkeit im Vordergrund steht und die sich freuen, dass sie sich jetzt auf der Basis einer breiten ingenieurtechnischen Ausbildung dafür einsetzen können. Aber gemeinsam ist ihnen die Überzeugung, dass wir und insbesondere die zukünftigen Entscheidungsträger nicht einfach so weitermachen können wie bisher. Spannend wird sein, wie sich der Studiengang in den nächsten Jahren konsolidieren wird und in welchen Branchen und Berufen die Studierenden nach dem Abschluss unterkommen werden.

sich für die klassischen Ingenieurstätigkeiten nicht so interessieren, die aber glauben, dass der Nachhaltigkeitsschwerpunkt einen entscheidenden Unterschied macht und sie später im Beruf auch in dieser Richtung etwas bewirken können.

Das thematische Spektrum im Studiengang ist groß und reicht von der Produktionstechnik über Umweltrecht bis zur Wissenschaftsphilosophie. Was interessiert Sie unter diesen Fächern am meisten?

Ich finde sowohl die naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen als auch die speziell auf Nachhaltigkeit fokussierten Fächer interessant. Die Kombination aus Theorie und Praxis ist sinnvoll: Um Nachhaltigkeit zu gestalten, sollte man sich klar machen, was man darunter eigentlich versteht und welche verschiedenen Ansätze es gibt. Umweltethik finde ich sehr spannend, aber mir hat zum Bei-

spiel auch die Konstruktionslehre viel Spaß gemacht. Da ging es vor allem um technisches Zeichnen und Normierung. Und ich habe mich gefreut, dass es gleich im ersten Semester das Bachelorprojekt gab, wo man schon mal einen praktischen Ansatzpunkt gezeigt bekam.

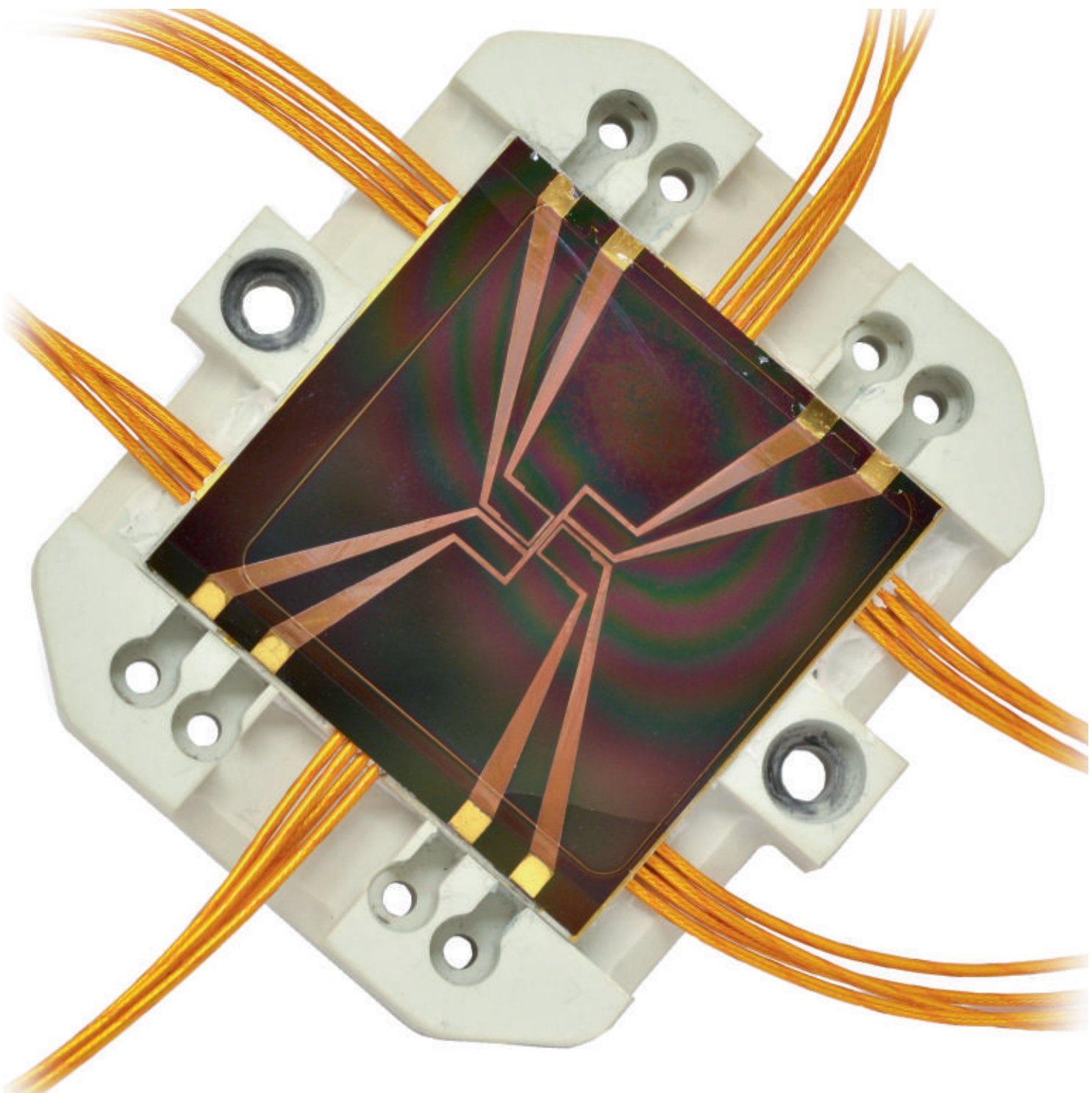
Was haben Sie da gemacht?

Ich war im Projekt „What’s happening with my ‚Gelber Sack‘?“, das sich mit Kunststoffrecycling beschäftigte. Wir haben uns im Labor Eigenschaftsprüfungen für Kunststoffe angesehen und ein Materialdatenblatt erstellt.

Sind Sie in den Lehrveranstaltungen schon auf etwas gestoßen, das für Sie besonders neu oder überraschend war?

Vor allem zum Thema Kunststoff habe ich viel erfahren, was ich vorher so nicht wusste, zum Beispiel wie Recycling funktioniert und welche Konsequenzen es hat, dass sich vieles gar nicht recyceln lässt. Das

passte wiederum zu einem Thema, das wir in der Konstruktionslehre behandelten, als es um das Entwerfen von Bauteilen und Geräten ging: Eine billige Methode, die Bestandteile zusammenzufügen, ist oft das Zusammenkleben oder Zusammenschweißen. Aber das verhindert das Recycling, weil sich die Komponenten dann nicht mehr trennen lassen. Was mich auch beeindruckt hat, war ein Vortrag, den eine studentische Arbeitsgruppe in der Nachhaltigkeitswissenschaft gehalten hat: Es ging um den Anstieg des Meeresspiegels – und zwar am Beispiel der Niederlande. Dadurch wurde die Dramatik besonders deutlich, denn bei einem entsprechenden Anstieg wäre nicht nur wie in Deutschland der Küstenstreifen unter Wasser, sondern fast die Hälfte des Landes. Ich bin also schon im ersten Semester auf Aspekte und Denkansätze gestoßen, denen ich sonst nicht begegnet wäre.



Miniaturisierte Quantengravimeter für die Klimaforschung

Wissenschaftler des Instituts für Mikroproduktionstechnik (IMPT) und des Instituts für Quantenoptik (IQ) entwickeln miniaturisierte Quantengravimeter zur hochpräzisen Messung der Erdbeschleunigung. Zu den Einsatzgebieten gehören die Klima- und die Erdbebenforschung.

Text: Wolfgang Krischke

Foto: IMPT

Die Gravimetrie ermöglicht die Vermessung des Schwerefelds der Erde. Das gibt an, wie stark ein Gegenstand an verschiedenen Orten auf der Erdoberfläche beschleunigt wird. Das Schwerefeld ist etwa über einer Eisenerzschicht stärker als über einer Sandschicht, da Sand eine geringere Dichte als Eisenerz besitzt. Deshalb kann man aus der Stärke des Schwerefeldes auf die Beschaffenheit des Erdinneren schließen. Gravimetrische Methoden werden zum Beispiel für die Erkundung von Bodenschätzen oder den Tiefbau eingesetzt, sie dienen zur Frühwarnung vor Erdbeben und Vulkanausbrüchen und sie sind Teil der Klimaforschung, die sich mit der Massenverteilung der Erde, mit Meeresströmungen und dem Grundwasserspiegel in Folge des Klimawandels befasst.

Um die Erdbeschleunigung hochpräzise zu messen, entwickeln Forscher des IMPT und des IQ miniaturisierte Quantengravimeter, die sich die Welleneigenschaften von Atomen zunutze machen. Das Funktionsprinzip basiert dabei auf der Untersuchung des freien Falls von Atomen im Ultrahochvakuum. Im Gegensatz zu klassischen Interferometern ist dieser Fall reibungslos und benötigt keine komplexe Mechanik mit regelmäßiger Wartung und Kalibrierung. Laserimpulse, die von einer Kamera detektiert werden, dienen zur Positionsbestimmung während des freien Falls. Die Genauigkeit ist jedoch begrenzt, da heutzutage „nur“ lasergekühlte Atome verwendet werden, die unterschiedliche Wellenbewegungen aufweisen. Um die Genauigkeit zu erhöhen, sollen Bose-Einstein-Kondensate

als Quelle für die Quantengravimeter genutzt werden: Dabei handelt es sich um Elementarteilchen, die sich aufgrund extrem niedriger Temperaturen alle gleich verhalten. Der Schwerpunkt des IMPT liegt auf der Miniaturisierung und Weiterentwicklung von Atomchips als Quelle von Bose-Einstein-Kondensaten mit dem Ziel, ein transportables Quantengravimeter zu realisieren, welches sich für den Einsatz im Feld oder an Bord von Flugzeugen, Höhenforschungsraketen oder Satelliten eignet.

Diese mikrotechnologischen Systeme werden derzeit noch in rein makroskopischen Aufbauten eingesetzt. Daher wollen die Wissenschaftler am IMPT im nächsten Schritt die Messumgebung miniaturisieren. Zu den Forschungsschwerpunkten zählt dabei die Realisierung von kompakten Ultrahochvakuum-Systemen einschließlich geeigneter Füge- und Integrationstechniken, miniaturisierter Atomquellen sowie Pump- und Messsystemen. Ein vielversprechendes Konzept ist dabei die Verwendung von sogenannten nicht-verdampfbaren Gettermaterialien (NEG), deren Grundlage die Oberflächensorption von Gasmolekülen darstellt.

Weitere Informationen:

Alexander Kassner,

Prof. Dr.-Ing. Marc Christopher Wurz

Tel. (0511) 762-18025

kassner@impt.uni-hannover.de

Einen ausführlichen Text finden Sie unter: phi-hannover.de

Gewichtsverlust:

Die stärkste Landmaschine der Welt nimmt ab

Tonnenschwere Landmaschinen leichter machen und so die Klima- und Umweltbelastungen reduzieren – daran forscht man am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Clausthal und Industriepartnern.

*Text: Wolfgang Krischke
Foto/Montage: Krone/IFW*

In den vergangenen Jahrzehnten sind landwirtschaftliche Erntemaschinen immer leistungsfähiger, aber auch schwerer geworden. Das bringt Nachteile mit sich: Durch das höhere Gewicht steigt der Treibstoffverbrauch und die Grenzen der zulässigen Straßenbelastung werden erreicht. Zudem nimmt die Bodenverdichtung auf den Äckern zu. Das hemmt die Versickerung des Regenwassers und verschlechtert die Lebensbedingungen von Bodenorganismen. Im Projekt AgriLight, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert wird, arbeitet ein Forschungsteam des IFW und des Instituts der Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik der Technischen Universität Clausthal gemeinsam mit den Industriepartnern Maschinenfabrik Bernard KRONE GmbH & Co. KG und M&D Composites Technology GmbH an einer Lösung dieser Probleme. Als beispielgebendes Forschungsobjekt dient die zurzeit stärkste Landmaschine der Welt: der Feldhäcksler BiG X des Landmaschinenherstellers Krone. Feldhäcksler werden zur Aufnahme, Zerkleinerung und Verladung von landwirtschaftlichem Erntegut eingesetzt. Insbesondere bei der Ernte von Mais und anderen nachwachsenden Rohstoffen spielen sie eine immer wichtigere Rolle.

Um das Gesamtgewicht von BiG X zu verringern, wollen die Wissenschaftler den eine Tonne wiegenden Hauptrahmen





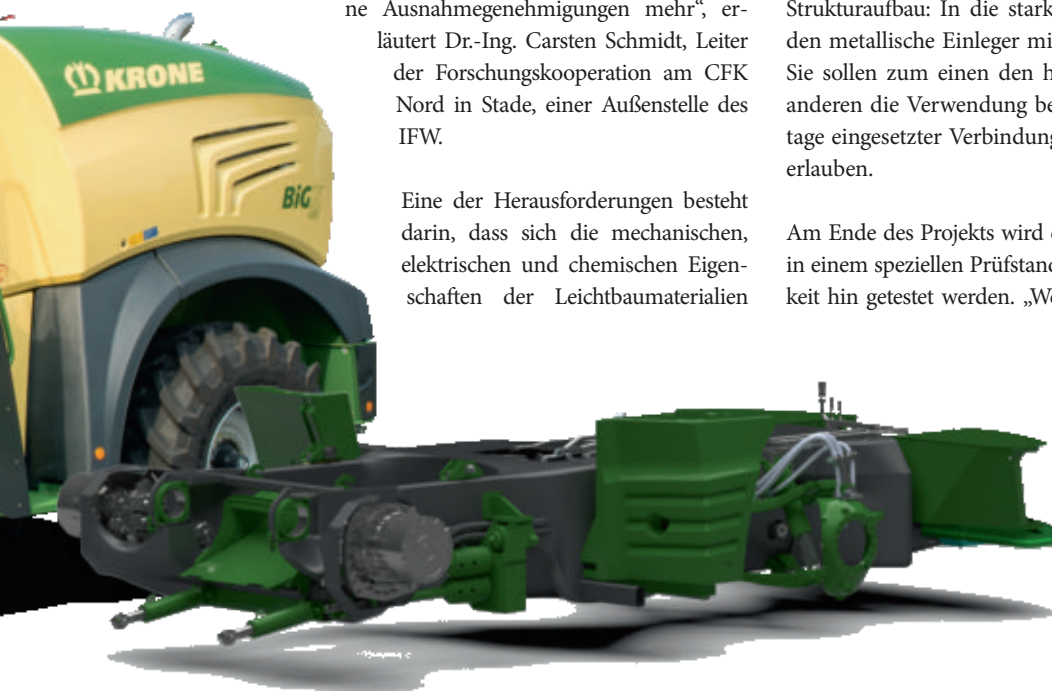
aus Stahl samt anliegenden Tanks und Aggregaten durch eine Leichtbaukonstruktion aus Glasfaser- und Kohlenstofffaserverbundwerkstoffen ersetzen, die nur halb so viel wiegen wird. Das soll nicht nur die Straßenoberflächen entlasten und die Bodenverdichtung reduzieren. „Wir versprechen uns davon auch eine signifikante Reduktion des Kraftstoffverbrauchs und damit eine Verminderung von schädlichen Treibhausgasen. Zudem brauchen die Landwirte für den Betrieb der Maschinen dann keine Ausnahmegenehmigungen mehr“, erläutert Dr.-Ing. Carsten Schmidt, Leiter der Forschungsk Kooperation am CFK Nord in Stade, einer Außenstelle des IFW.

Eine der Herausforderungen besteht darin, dass sich die mechanischen, elektrischen und chemischen Eigenschaften der Leichtbaumaterialien

von denen des Stahls teilweise grundlegend unterscheiden. Gleichzeitig verlangen Faserverbunde andere Fertigungsverfahren und bieten dafür neue Formgebungsmöglichkeiten. Zur Ausschöpfung des vollen Leichtbaupotenzials werden diese Eigenschaften bei der Konstruktion berücksichtigt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Erforschung einer Verbindungstechnik, die sich für die Faserverbund-Rahmenstruktur und deren Integration eignet. Dafür entwickeln die Ingenieure einen hybriden Strukturaufbau: In die stark beanspruchten Schnittstellen werden metallische Einleger mit einer besonderen Form integriert. Sie sollen zum einen den hohen Lasten standhalten und zum anderen die Verwendung bekannter und in der heutigen Montage eingesetzter Verbindungsmethoden der Metallverarbeitung erlauben.

Am Ende des Projekts wird das neue Leichtbau-Rahmenkonzept in einem speziellen Prüfstand praxisnah auf seine Serientauglichkeit hin getestet werden. „Wenn die Ergebnisse positiv ausfallen, wird das ein entscheidender technischer und ökologischer Fortschritt für die Landwirtschaft sein“, so Dr. Carsten Schmidt.

Weitere Informationen:
Dr.-Ing. Carsten Schmidt (IFW)
Tel. 04141 7763811,
Schmidt@ifw.uni-hannover.de



Sintern statt Ätzen: **3D-Druck macht Fertigung von Leiterbahnen umweltfreundlicher**

Das Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) entwickelt ein innovatives 3D-Druckverfahren, das die Produktion von Leiterbahnen umweltfreundlicher, effizienter und flexibler macht.

Text: Wolfgang Krischke

Fotos: ITA



Leiterbahnen sind die „Adern“ der Mikroelektronik. Sie dienen der Strom- und Signalübertragung in elektronischen Bauelementen und integrierten Schaltkreisen, die – von der Computer über die Fahrzeug- bis zur Medizintechnik – aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken sind.

Allerdings bringen die herkömmlichen Herstellungsverfahren ökologische Probleme mit sich. Um Leiterbahnen zu erzeugen, werden mit Kupfer beschichtete Platten mit einem lichtempfindlichen Lack überzogen. Nach der Belichtung mit einer Vorlage werden die Bahnen in der Kupferschicht durch Ätzverfahren hervorgebracht. Dafür sind Bäder mit hochgiftigen Chemikalien notwendig. Die Produktion findet deshalb überwie-

gend in Asien statt, wo die Umweltvorschriften weniger streng sind. Hinzu kommt ein hoher Kupferverbrauch: Bis auf die Strukturen, die als Leiterbahnen dienen, muss die Kupferbeschichtung komplett weggeätzt werden.

Am Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) wird im Forschungsprojekt „3D-CopperPrint“ eine Technik entwickelt, die umweltfreundlicher ist, Material spart und zudem weniger Arbeitsschritte erfordert. Es handelt sich um ein 3D-Druckverfahren, mit dem sich die Leiterbahnen direkt auf den Bauteiloberflächen erzeugen lassen: Zunächst wird eine Grundierung aufgetragen, um Oberflächendefekte auszugleichen und das Bauteil thermisch zu isolieren. An-

schließend folgt eine Schicht aus kupferhaltigem Lack. Die Leiterbahnen entstehen hier aber nicht durch Ätzen, sondern durch Sintern, ein Verfahren, das auch dem Brennen von Keramik zugrunde liegt. Im ITA kommt allerdings kein Brennofen zum Einsatz, sondern das Lasersintern: Bei diesem 3D-Druckverfahren reduziert ein Laserstrahl die Kupferverbindungen aus dem Lack zu elementarem Kupfer und verschmilzt sie miteinander. Im letzten Schritt entfernt eine Laserreinigung den restlichen, nicht gesinterten Lack. Auf diese Weise werden die Leiterbahnen direkt auf der Bauteiloberfläche erzeugt, chemische Bäder entfallen und der Kupferverbrauch ist geringer. „Dadurch leistet unser Verfahren einen wesentlichen Beitrag zur Nachhaltigkeit bei der Herstellung von



*Gedruckte Leiterbahnen in der Anwendung:
auf einem Hörgerätebauteil (links) und auf einem
Antennendeckel.*

Elektronik. Zudem lässt es sich auf verschiedenste Trägermaterialien und Bauteilarten übertragen und ist dadurch flexibler einsetzbar als die bisherigen Fertigungstechniken“, sagt Ejvind Olsen, wissenschaftlicher Mitarbeiter am ITA. Er und seine Kollegen untersuchen derzeit, welche Lackarten, Trägermaterialien, Beschichtungs- und Trocknungsverfahren sich für die industrielle Fertigung am besten eignen und wie sich der Lasersinterprozess optimieren lässt.

Weitere Vorteile des neuen Verfahrens: Sowohl der Auftrag des Kupferlacks als auch das Lasersintern lassen sich sehr flexibel für individuelle Anforderungen einsetzen. Deshalb eignet sich der 3 D-Druck besonders für die Fertigung klei-

ner Serien. Beispiele aus der Medizintechnik sind individualisierte Hörgeräte oder mit elektronischen Funktionen ausgestattete Hüftimplantate. Dadurch, dass die neuartige Produktionsweise mit weniger Arbeitsschritten und gänzlich ohne chemische Bäder auskommt, werden kleine und mittelständische Unternehmen in die Lage versetzt, elektronische Bauteile kostengünstig und mit einer hohen Variabilität herzustellen.

Am ITA hat Ejvind Olsen das Lasersintern bereits erfolgreich angewendet, um Antennen auf der Innenseite von Gehäusedeckeln aufzutragen und damit die Eignung des Verfahrens für das Bedrucken dreidimensionaler Oberflächen nachgewiesen. Dadurch eröffnen sich völlig neue Freiheitsgrade für das De-

sign von räumlichen Schaltungsträgern. Durch isolierende Schutzschichten können die Leiterbahnen auch mehrlagig aufgebracht werden. Auf diese Weise lassen sich komplexe elektronische Funktionen in eine Vielzahl von Trägermaterialien integrieren. Für den Vortrag, in dem Olsen seine Forschungen vorstellte („Printing of laser-generated conductive copper tracks on 3D components“), erhielt er im vergangenen Jahr beim 14. Internationalen MID (Molded Interconnect Devices)-Kongress einen Best Paper Award.

*Weitere Informationen:
Ejvind Olsen (ITA),
Tel. 0511 762 18329
ejvind.olsen@ita.uni-hannover.de
phi-hannover.de*

Plastik

im Aquarium:

Am IKK
wird erforscht,
wie sich
Kunststoff
im Meer
zersetzt



Mehrere Millionen Tonnen an Kunststoffabfällen gelangen jedes Jahr in die Meere.

Wie das Plastik im Wasser abgebaut wird und wie sich die ökologischen Schäden eindämmen lassen, erforscht man im neuen Prüflabor des IKK – Instituts für Kunststoff- und Kreislauftechnik.

Text: Wolfgang Krischke

Fotos: Nico Niemeyer

Auf dem Tisch liegen vier Plastikstreifen, etwa zehn Zentimeter lang, geformt wie miniaturisierte Paddel. Der linke Streifen ist glatt und leuchtet weiß, der nächste ist von vielen Rissen überzogen. Die beiden rechten Streifen sind von einer grau-braunen Kruste überzogen, von einem sind nur noch die „Paddelblätter“ übrig, der Steg dazwischen existiert nicht mehr. „An solchen Proben lässt sich sehen, was mit Kunststoffen geschieht, die als Abfall ins Meer gelangen“, erklärt Dr. Florian Bittner, Bereichsleiter Materialprüfung am IKK. „Der linke Streifen ist neu, die anderen Streifen waren für mehrere Monate bei unterschiedlichen Bedingungen im südostasiatischen Ozean ausgelagert. Die überkrusteten Proben weisen organi-

sche Ablagerungen auf, zugleich kann man den Abbau des Kunststoffmaterials erkennen, der bei der rechten Probe schon weit fortgeschritten ist.“ Was genau bei dieser Zersetzung vor sich geht, wie schnell sie verläuft und in welche Partikel und chemischen Verbindungen die unterschiedlichen Kunststoffe zerfallen, wenn sie im Meer, in Flüssen oder Seen treiben oder auf dem Grund liegen, wollen Florian Bittner und seine Kollegen am IKK herausfinden.

Für ihre Forschungsarbeiten gibt es dringenden Bedarf: Schätzungsweise sieben Millionen Tonnen an Kunststoffabfällen – vom Einkaufsbeutel über die Trinkflasche bis zum ausrangierten Fischernetz – gelangen jährlich in die Ozeane. Sie verursachen massive ökolo-

gische Schäden. Tiere verfangen sich in Plastikteilen oder verschlucken sie und verenden daran. Zudem können sich in Zerfallsprodukten von Kunststoffabfällen Giftstoffe anreichern, die über Muscheln und Fische auch in die menschliche Nahrungskette gelangen können. Doch obwohl die Probleme durch die globale Vermüllung der Gewässer von Jahr zu Jahr wachsen, weiß man über die chemischen und mechanischen Abbauprozesse, die der Plastikabfall in diesen Ökosystemen durchläuft, noch recht wenig. Das liegt auch daran, dass hier viele unterschiedliche Faktoren auf komplexe Weise ineinandergreifen: Nicht nur die Kunststoffsorte, sondern auch die Art des Produkts spielt eine Rolle: Es macht



einen Unterschied, ob es sich um kompakte Bauteile, Schäume, Folien, Fasern oder Mikropartikel handelt. Zudem beeinflussen Salzgehalt und Temperatur des Wassers, Strömung, Gezeiten, Lichteinstrahlung, die Verfügbarkeit von Sauerstoff und die Aktivitäten von Mikroorganismen die Abbauprozesse in den unterschiedlichen Habitaten.

Um diese Vorgänge zu erforschen, wird am IKK im Rahmen des von der EU und dem Land Niedersachsen finanzierten Projekts „SkalAb“ (Mehrskalige Analyse aquatischer Abbaumechanismen von Polymerwerkstoffen) seit Anfang dieses Jahres ein flexibles Prüflabor aufgebaut. Das Labor erlaubt den Nachbau verschiedenartiger „Wasserwelten“ – Flüsse, Seen oder Meere – in unterschiedlichen Größenordnungen. Die Skala reicht von klassischen Laborversuchen über Aquarien (Mikrokosmen) bis hin zu großen Tanks (Mesokosmen).

Eine der Versuchsreihen, die bereits laufen, widmet sich dem Reifenabrieb, der einen großen Anteil des Mikroplastiks in den Gewässern ausmacht. Der Versuchsaufbau besteht aus schmalen Aquarien, die mit Sand, Reifenpartikeln

und Wasser gefüllt sind. Die Aquarien stehen auf „Schüttlern“, die Wasserbewegungen erzeugen und auf diese Weise unterschiedlich starke Wellengänge simulieren. Ziel der Studie ist es, herauszufinden, welchen Einfluss die verschiedenen Zusammensetzungen des Reifenmaterials und die Form der Partikel auf den Abbau des Abriebs im Wasser hat und welche Rolle Wassertemperatur, Sauerstoff- und Salzgehalt, Lichteinfall, Wellengang und Sedimentbewegungen spielen.

Für die detaillierte Analyse der Materialveränderungen und Abbauvorgänge stehen im IKK-Labor chemische und mikroskopische Verfahren zur Verfügung. Eigens entwickelt haben die Wissenschaftler eine Methode, die einen Computertomographen (CT) nutzt, um den Materialabbau, die Rissbildung und den Bewuchs durch Algen und andere Organismen quantitativ zu bestimmen. Das CT-gestützte Verfahren hat den Vorteil, dass es biologische Schichten von dem Kunststoff, den sie bewachsen, unterscheiden kann. Auf diese Weise lassen sich auch Proben wie die stark überkrusteten „Paddel“ präzise untersuchen.

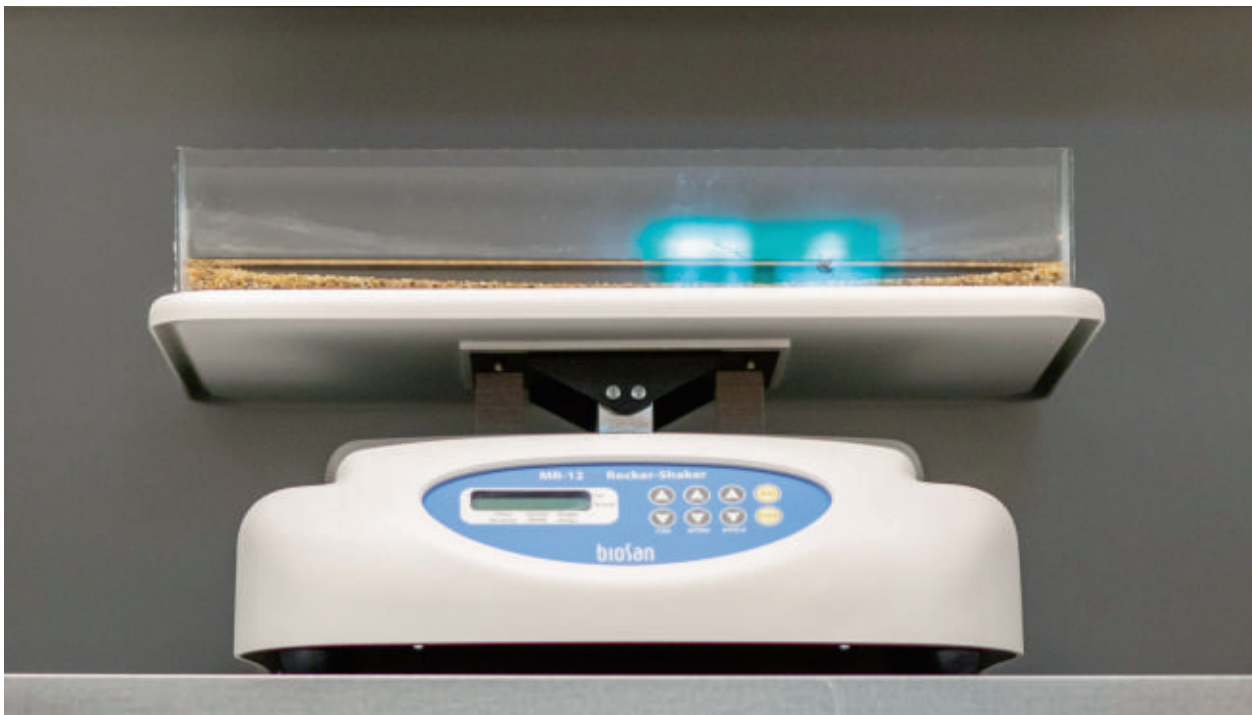
Kunststoffe sind aus vielen Bereichen des modernen Lebens, von der Landwirtschaft bis zur Medizin, nicht mehr wegzudenken. Andererseits wurden die ökologischen Aspekte zu lange vernachlässigt, ein Denken in Kreisläufen stand bei der Kunststoffindustrie bis vor kurzem nicht so sehr im Fokus. Wie die Forschungen im IKK dazu beitragen werden, hier eine Wende zu vollziehen, umreißt Florian Bittner: „Unser Ziel ist es, zunächst einmal Halbwertszeiten für die unterschiedlichen Polymerwerkstoffe und die daraus gefertigten Produkte vorherzusagen und zwar unter Berücksichtigung der diversen Einflussfaktoren. Auf der Basis dieser Erkenntnisse wollen wir dann für Kunststoffprodukte, deren Eintrag in die Umwelt unvermeidbar ist, Werkstoffe entwickeln, die biologisch abbaubar sind und ebenso gute Gebrauchseigenschaften aufweisen wie die bislang verwendeten Materialien.“

Weitere Informationen:

Dr. Florian Bittner (IKK)

Tel. 0511 762 13301,

bittner@ikk.uni-hannover.de



Aquarium auf einem „Schüttler“, der unterschiedlich starke Wellengänge simuliert.

Maßfertigung: **Der SFB ‚Tailored Forming‘ entwickelt Herstellungsverfahren für belastungsangepasste Maschinenbauteile**

Maschinen leichter oder effizienter zu machen, spart Ressourcen und reduziert den CO₂-Ausstoß. Möglich ist das durch die Kombination verschiedenartiger Werkstoffe innerhalb eines Bauteils. Doch die Herstellung solcher Hybridbauteile ist eine technische Herausforderung. Im SFB ‚Tailored Forming‘ arbeitet ein Team aus zwölf Instituten – darunter vier aus dem PZH – gemeinsam an der Entwicklung neuartiger Prozessketten.

Text: Wolfgang Krischke

Fotos: IFUM

Die Verbindung unterschiedlicher Werkstoffe zu Hybridbauteilen ist an sich nichts Neues: In der Blechverarbeitung kommen schon lange maßgeschneiderte Bauteile (Tailored Blanks) zum Einsatz, die aus unterschiedlichen Stahlsorten gefügt und anschließend umgeformt werden. Auf diese Weise lassen sich Blechbauteile fertigen, die in begrenzten Bereichen unterschiedliche Festigkeiten aufweisen. Sie finden sich millionenfach in den Karosserien von Autos.

Auch bei Massivbauteilen, wie sie etwa als Antriebswellen, Zahnräder oder Turbinenschaufeln eingesetzt werden, bietet es sich an, sie aus unterschiedlichen Werkstoffen zusammenzusetzen. Wenn zum Beispiel eine Welle nur in einem begrenzten Bereich besonderen Belastungen standhalten muss, gibt es eigentlich keine Notwendigkeit, sie komplett verschleißfest zu produzieren. Statt des hochwertigen Stahls, den man nur in diesem Abschnitt braucht, könnte man für den Rest der Welle ein leichteres oder preisgünstigeres Material

verwenden, das die benötigten Eigenschaften ebenfalls erfüllt – etwa Aluminium oder eine weniger hochwertige Stahlsorte. Viele Massivbauteile – von Fahrwerkskomponenten bis zu medizinischen Prothesen – ließen sich je nach Bedarf leichter, kleiner, funktionsgerechter oder kostengünstiger herstellen.

Hybride Massivbauteile werden zwar auch heute schon produziert, aber anders als bei den Tailored Blanks in der Blechverarbeitung werden die verschie-

denen Werkstoffe entweder während des Umformprozesses oder erst danach gefügt. Im SFB 1153 „Prozesskette zur Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile durch Tailored Forming“ hingegen hat man einen neuen Weg eingeschlagen: Anknüpfend an die Maßfertigung der Blechbauteile wird hier eine innovative Prozesskette entwickelt, um Hochleistungsbauteile aus zwei verschiedenen Werkstoffen schon vor der Umformung zu fügen. Der Grund: Durch den nachfolgenden Umformprozess – Walzen,





Eine innovative Prozesskette erlaubt, Hochleistungsbauteile aus zwei verschiedenen Werkstoffen schon vor der Umformung zu fügen.

Schmieden, Fließpressen – werden die Werkstoffe stoffschlüssig gefügt und durch die nachfolgende Umformung wird die Fügezone geometrisch sowie thermomechanisch beeinflusst. Zunächst fügen die Forscherinnen und Forscher des SFB also zwei unterschiedliche Werkstoffe – Stahl und Aluminium oder zwei unterschiedliche Stahlsorten – zu einem Halbzeug, aus dem sie durch die Umformung und die anschließende Nachbearbeitung ein maßgeschneidertes Hochleistungsbauteil – etwa eine Welle oder einen Querlenker – fertigen. Zu den besonderen Herausforderungen für den Umformungsprozess gehören die unterschiedlichen Fließ- und Verbindungseigenschaften der zu kombinierenden Werkstoffe.

Die Federführung des SFB liegt beim Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM). Zu den beteiligten PZH-Instituten gehören neben dem IFUM das Institut für

Werkstoffkunde (IW), das Institut für Montagetechnik (match) und das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW).

In der ersten Förderperiode des Sonderforschungsbereichs von 2015 bis 2019 wurden verschiedene Prozessketten zur Herstellung hybrider Massivbauteile entwickelt und umgesetzt. Nach Ende dieser Förderperiode bewilligte die Deutsche Forschungsgemeinschaft eine Anschlussförderung für vier Jahre mit einer Gesamtfördersumme von gut zehn Millionen Euro. Danach ist noch eine weitere Verlängerung um vier Jahre möglich.

„Tailored Forming ist ein wichtiger Baustein für die Produktionstechnik von morgen, denn es vereint Materialeinsparung und Energieeffizienz mit einer Steigerung der Bauteilfunktionalität und einer möglichen Kosten-

ersparnis. Deshalb ist das Interesse der Industrie an unserer wissenschaftlichen Arbeit seit dem Start des Sonderforschungsbereichs groß“, sagt SFB-Sprecher und IFUM-Leiter Professor Bernd-Arno Behrens.

SFB-Geschäftsführerin Dr. Johanna Uhe skizziert den aktuellen Stand und die nächsten Schritte: „Jetzt, während der zweiten Förderperiode, liegt unser Fokus auf der Erweiterung der Werkstoffkombinationen, der Integration weiterer Funktionen in die Bauteile und einer anwendungsnahen Weiterentwicklung der Prozessketten. Der Transfer der Herstellungsverfahren in die Industrie ist nun ein entscheidender Abschnitt unserer weiteren Arbeit.“

*Weitere Informationen:
Dr.-Ing. Johanna Uhe (IFUM),
Tel. 0511 762 2427,
uhe@ifum.uni-hannover.de*