

KNOW!

MAGAZIN FÜR FORSCHUNG UND NEUES WISSEN | ANTRIEB

WASSERSTOFF

Der steinige Weg zur beinahe klimaneutralen Luftfahrt

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Das Handy meldet Stress und Angst bei Menschen mit Demenz

ZAHNRADGERÄUSCHE

Wenn wellige Zähne die Fahrfreude im Auto trüben

Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser!

Wissen ist der Rohstoff, aus dem unsere Zukunft gemacht wird. Es kann gar nicht genug davon geben, insbesondere wenn wir die vielen Aufgaben auf dem Weg in eine nachhaltige und klimaneutrale Zukunft lösen wollen. Bei uns an der Fakultät Technik und Informatik der HAW Hamburg wird dieser Rohstoff jeden Tag vermehrt und vermittelt, in angewandter Forschung und Lehre. Mit dem neuen Magazin K|NOW!, dessen erste Ausgabe Sie in den Händen halten, wollen wir Ihnen einen Einblick geben, was in unseren Laboren passiert, woran wir arbeiten und welche Menschen dahinterstecken. Wir möchten Ihnen zeigen, wie vielfältig und lebendig Forschung bei uns ist. Und wie relevant. Bei uns steht nicht die Grundlagenforschung im Mittelpunkt. In eigenen Projekten ebenso wie mit Partnern aus der Industrie arbeiten die Wissenschaftler*innen in den vier Departments unserer Fakultät sowie in den vier Forschungs- und Transferzentren (FTZ) an der Umsetzung neuer Forschungsergebnisse in die Praxis. Relevant ist ihre Arbeit aber auch dadurch, dass sie die drängenden Fragen angehen, die für uns als Gesellschaft wichtig sind. Es sind die Forscher*innen in den Ingenieurwissenschaften und der Informatik, welche die Lösungen für klimaneutrale Mobilität, ressourcenschonende Produktion und Digitalisierung entwickeln helfen. Bei uns entsteht jeden Tag Zukunft! Mit dieser Ausgabe unseres Magazins, die unter dem Leitgedanken „Antrieb“ steht, können wir Ihnen nur einen kleinen Ausschnitt aus unserer vielfältigen Forschungslandschaft zeigen. Ich hoffe, er macht Ihnen Lust auf mehr. Wenn Sie Anregungen oder Rückmeldungen haben, freue ich mich auf eine Mail an KNOW-TI@haw-hamburg.de



Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen

Prof. Dr.-Ing. Anna K. Usbeck
Prodekanin Forschung der Fakultät
Technik und Informatik, HAW Hamburg



06



14



18



28



35



46

06 Mehr als heiße Luft

Mit Wasserstoff soll der Luftverkehr klimaneutral werden. Doch wohin mit der ganzen Abwärme, die eine Brennstoffzelle unvermeidlich von sich gibt?

14 Christbaumkugeln für die Forschung

Manchmal geht Forschung ungewöhnliche Wege, so auch bei der Suche nach einer noch besseren Lärmdämmung für Flugzeugkabinen.

18 Forschung voller HaMoNee

Internationale Zusammenarbeit in Forschung und Lehre ist unverzichtbar. Die Fakultät Technik und Informatik arbeitet in Zukunft mit vier vietnamesischen Universitäten zusammen.

24 3,5 Windräder pro Wasserkocher

Auf dem Mars verdunkeln manchmal riesige Staubstürme die Sonne. Damit Marsastronaut*innen auch dann noch genug Strom haben, wäre Windkraft eine Option.

26 Unverblümt direkt zur Sache

Wie zwei Südamerikaner uns Deutsche erleben. José Alamos und Leandro Lanzieri forschen an der HAW Hamburg am Internet der Dinge.

28 Jetzt wird's emotional!

Das Start-up Beyond Emotion hat eine Software entwickelt, die Emotionen erkennt. Sie erleichtert Menschen, die Angehörige mit Demenz pflegen, das Leben.

33 Antrieb Neugier

Prof. Dr. Jutta Abulawi ging als beinahe einzige Frau in eine Männerdomäne. Wie kommt man da voran?

35 Ganz klein auf großer Fahrt

Unter die vielen Fahrzeuge und Flugzeuge im Miniatur Wunderland mischen sich auch solche, die im Dienste der Forschung unterwegs sind.

40 Die Austreibung von Geistern

Wenn es im Auto brummt, ist der Besitzer verstimmt. Manchmal ist ein Zahnrad im Getriebe schuld. Prof. Dr. Günther Gravel spürt diese Poltergeister auf.

Rubriken:

04 Kurz notiert

44 Impressum

45 Forschungsprojekte

46 Eine von uns

Prof. Dr. Alexandra von Kameke

Mit ihrem Forschungsmagazin **K|NOW!** gibt die Fakultät Technik und Informatik der HAW Hamburg Einblick in Forschungsprojekte und ihre Ergebnisse. Und sie stellt die Menschen vor, die daran arbeiten, für drängende Probleme unserer Zeit eine Lösung zu finden.

Sie können das Forschungsmagazin als Printausgabe anfordern oder per Mail als pdf erhalten. Bitte wenden Sie sich dazu an Dr. Ariane Ament, Forschungsbüro der Fakultät Technik und Informatik unter KNOW-TI@haw-hamburg.de

„Im Studium stehen für uns drei Aspekte im Vordergrund: Praxisbezug, Kreativität und Innovationsfreude.“

PROF. DR. HANS-JOACHIM SCHELBERG

WEGWEISENDE STUDIENRICHTUNG

Ab dem Wintersemester können Bachelor-Studierende im Studiengang Maschinenbau und Produktion die neue Studienrichtung Digital Engineering and Mobility wählen. Studierende nehmen an klassischen Lehrangeboten sowie an interdisziplinären Projekten teil, in denen sie im Team innovative Lösungen für reale Aufgabenstellungen erarbeiten. Mit der neuen Studienrichtung greift die Hochschule wichtige Trends unserer Zeit auf. „Man denke nur an elektrische Fahrzeuge für den Transport von Menschen und Waren, die speziell auf den Einsatz in Städten zugeschnitten sind – emissionsarm und über digitale Servicesysteme flexibel verfügbar. Wir bringen unseren Studierenden bei, solche Fahrzeuge und die digitale Infrastruktur zu entwickeln und zu konstruieren“, erklärt Prof. Dr. Tankred Müller, Professor für Elektrotechnik an der HAW Hamburg. ■

NEUE GESICHTER AN DER FAKULTÄT TI

Im laufenden Jahr wurden fünf neue Professor*innen an die Fakultät Technik und Informatik der HAW Hamburg berufen: Prof. Dr. Alexandra von Kameke sowie Prof. Dr. Martin Lauer am Department Maschinenbau und Produktion, Prof. Dr. Christian Lins am Department Informatik, Prof. Dr.-Ing. Kay Kochan am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau sowie Prof. Dr. Kolja Eger am Department Informations- und Elektrotechnik.

Als Neubesetzung des Forschungsbüros kam außerdem die promovierte Meteorologin Ariane Ament an Bord. ■



DESY UND DIE HAW HAMBURG STÄRKEN DEN WISSENSCHAFTSSTANDORT HAMBURG

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY und die HAW Hamburg haben eine neue strategische Kooperation für Anwendung und Innovation (KAI) vereinbart. Die Zusammenarbeit umfasst Duales Studium und Lehre, Forschung und Entwicklung sowie Innovation, Technologie- und Wissenstransfer. Hamburgs Wissenschaftssenatorin Katharina Fegebank begrüßte die Zusammenarbeit als sehr gute Nachricht für Forschende, Studierende und Industriepartner beider Einrichtungen, aber auch für den Wissenschaftsstandort Hamburg.

„Mit KAI setzen wir ein starkes Zeichen, dass angewandte Forschung der HAW Hamburg und Grundlagenforschung des DESY sich perfekt ergänzen“, sagte Prof. Dr. Micha Teuscher, Präsident der HAW Hamburg. Schon zuvor hatte sich die Hochschule mit vier Professor*innen aus der Fakultät Technik und Informatik als Partner von DESY an der hochkarätigen Ausbildung des



Nachwuchses an der Graduiertenschule DASHH (Data Science in Hamburg – Helmholtz Graduate School for the Structure of Matter) beteiligt. Die Liste der ersten

konkreten Kooperationsthemen reicht von Echtzeit-Regelungstechnik hochkomplexer Beschleunigeranlagen, visueller Simulation und Robotik, Scientific Computing, effizienten Energiesystemen, intelligenten Sensorsystemen, Spektroskopie und Messdatenaufbereitung, Embedded Electronics und Electronics Development bis hin zu Wissenschaftsillustration. Ebenso ist ein gemeinsamer Standort für die Kooperation in der gerade im Aufbau befindlichen Science City in Hamburg-Bahrenfeld geplant. ■

VIELE SIND BESSER ALS EINER

Zukünftige Windenergieanlagen sehen womöglich ganz anders aus als die von heute. Statt über einen Riesenrotor verfügen sie womöglich über mehrere kleinere. Es gibt Hinweise, dass sie effizienter sind und auch billiger zu bauen. Das CC4E (Competence Center für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz) hat jetzt eine Labor-Windenergieanlage in Betrieb genommen, die für Lehrzwecke, Ausstellungen und Windkanalversuche verwendet werden kann. Sie verfügt über ein vollfunktionales Pitchsystem zur Verstellung der Blätter sowie eine Generatorregelung. Mit ihr soll unter anderem erforscht werden, wie sich die einzelnen Rotoren einer solchen Anlage gegenseitig beeinflussen. Die Erforschung von Multirotor-Anlagen ist ein Leuchtturm des Forschungsbereichs Windenergie, in dem Projekte zur Lebensdauer und Optimierung von Windenergieanlagen sowie ihrer



So könnte der Windmast der Zukunft aussehen.

Betriebskonzepte durchgeführt werden. Ein weiteres Projekt dieses Forschungsbereiches nennt sich FatWake und untersucht mittels LiDAR-Systemen im Windpark Curslack, wie Windenergieanlagen die Lasten von leeseits liegenden Anlagen beeinflussen, um so die Auslegung von Windparks optimieren zu können. ■

→ **Competence Center für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz (CC4E)**
Alexanderstraße 1 | 20099 Hamburg
energie@haw-hamburg.de
www.haw-hamburg.de/cc4e/

AUSGEZEICHNETE BACHELORARBEIT

Theoretisch wären Nurflügelflugzeuge viel sparsamer als heutige Flugzeuge. Allerdings gibt es in Bezug auf ihre Machbarkeit noch viele Fragen zu klären. Moritz Herberhold, Absolvent des Studiengangs Flugzeugbau der HAW Hamburg, hat sich jetzt in seiner Bachelorarbeit mit dem Thema „Identifizierung dimensionierender Lastfälle auf Ebene finiter Elemente an einer Nurflügelstruktur im Vergleich zur Schnittlastmethode“ auseinandergesetzt. Er wurde dafür von der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt (DGLR) mit dem Hermann-Köhl-Preis ausgezeichnet.

Der Preis wird gestiftet vom Förderkreis Ozeanflieger Hermann Köhl e.V. Der Verein will damit die Erinnerung an den Flugpionier wachhalten. Ein Jahr nach Überquerung des Atlantiks von West nach Ost durch Charles Lindbergh gelang Köhl im April 1928 die erste Überquerung des Atlantiks in der entgegengesetzten Richtung. Die DGLR vergibt die Nachwuchspreise für herausragende Dissertationen, Studien- und Abschlussarbeiten einmal im Jahr. Betreut wurde die Arbeit Herberholds an der HAW Hamburg von Prof. Dr. Michael Seibel. ■

DIE GROSSEN FRAGEN DER MENSCHHEIT

Früher glaubten die Menschen, dass die Erde im Mittelpunkt des Universums steht. Heute weiß man, unsere Erde ist nicht der Mittelpunkt und es gibt nicht nur einen Planeten, sondern sehr viele. Einsteins Relativitätstheorie und die Quantenmechanik haben unsere Vorstellung von Raum und Zeit grundlegend verändert. In seinem gerade erschienenen Buch „Warum es Leben im Universum gibt“ beantwortet Prof. Dr. Peter Möller, Professor für Physik und Mathematik im Department Informations- und Elektrotechnik Fragen nach der Entwicklung des Kosmos, warum er so ist, wie er ist, und ob es womöglich noch andere Universen gibt. Möller geht dabei auch der Idee des US-Physikers Lee Smolin nach, wonach es eine kosmologische Vererbung gibt und aus den massiven Schwarzen Löchern eines Universums neue Baby-Universen mit ähnlichen Eigenschaften entstehen. ■

→ **Warum es Leben im Universum gibt**
Astrophysik auf dem Weg zu einem neuen Weltbild | Prof. Dr. Peter Möller
Verlag Dr. Köster | Softcover: 86 Seiten
Erscheinungsjahr: 2021 | ISBN: 9783968310190

RAUM FÜR KLARE GEDANKEN

Um Doktorand*innen optimale Arbeitsmöglichkeiten zu bieten, hat die Fakultät Technik und Informatik in einem ihrer Gebäude den Room for Research geschaffen. Promovierende finden hier, was sie für erfolgreiche wissenschaftliche Arbeit brauchen: Arbeitsplatz, Laborraum, Besprechungsmöglichkeiten und auch eine Küche. Und das alles in einem inspirierenden Umfeld.



Der Room for Research verfügt über zwei Meetingräume mit Platz für bis zu zehn Personen. Diese können auch von anderen Angehörigen der HAW Hamburg gebucht werden. In dieser Umgebung können Promovierende gemeinsam und interdisziplinär forschen, diskutieren und voneinander lernen. Zugleich ist er Startplatz für Start-ups, die aus der HAW Hamburg heraus gegründet werden, sowie Veranstaltungsraum, Treffpunkt und Kommunikationsplattform für Hochschule, Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. ■

STUDIERENDE WERDEN ZU VIRTUELLEN AUTOTESTERN

Reale Prototypen sind teuer. Um Entwicklungskosten zu sparen und die Fahrzeuge schneller zur Marktreife zu bringen, setzte die Automobilindustrie daher zunehmend auf Virtualisierung. Das gilt für die Entwicklung innovativer Funktionen ebenso wie für die Bewertung der Fahreigenschaften. Durch das Nutzen eines sogenannten Driver-in-the-Loop (DiL)-Simulators können Ingenieur*innen Konstruktionsentscheidungen schneller und sicherer validieren. Das Projekt AUDEX der HAW Hamburg greift diese Entwicklung auf und macht die Studierenden gleichzeitig mit den realen Entwicklungsprozessen der Industrie vertraut. AUDEX ermöglicht es Studierenden, mit realitätsgetreuen ferngesteuerten Fahrzeugen moderne Entwicklungsaufgaben zu bearbeiten und dabei die gängigen Werkzeuge der Industrie einzusetzen. Die Fahrzeuge sind durch ein modulares System mit Kameras, Mikrocontrollern sowie Sensorik und Aktorik für die unterschiedlichen Einsatzzwecke ausgerüstet. Darüber hinaus können die Fahrzeuge über ein Bewegungssystem gesteuert werden, sodass die Auswirkungen auf das Fahrverhalten für Fahrer*innen und Insassen erlebbar gemacht werden. ■



Die Fahrzeuge sind durch ein modulares System mit Kameras, Mikrocontrollern sowie Sensorik und Aktorik für die unterschiedlichen Einsatzzwecke ausgerüstet. Darüber hinaus können die Fahrzeuge über ein Bewegungssystem gesteuert werden, sodass die Auswirkungen auf das Fahrverhalten für Fahrer*innen und Insassen erlebbar gemacht werden. ■

„Der Room for Research ist ein tolles Umfeld, in dem ich wirklich produktiv arbeiten konnte.“

DR. VALERIYA TITOVA,
WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITERIN



Fliegen schadet dem Klima.
Kondensstreifen sind ein Teil
dieses Problems, denn sie
verhindern die Rückstrahlung
langwelliger Infrarotstrahlung
in den Weltraum.

WASSERSTOFF STATT KEROSIN

Mehr als heiße Luft

IN DER LUFTFAHRT IST NICHTS EINFACH, SCHON IN NORMALEN ZEITEN NICHT. DER WEG IN EINE KLIMANEUTRALE ZUKUNFT IST FÜR SIE DAHER MIT TECHNISCHEN HERAUSFORDERUNGEN GEPFLASTERT. WASSERSTOFF SOLL EINE SCHLÜSSELROLLE SPIELEN, UM DIE MIT HILFE VON SONNE UND WIND ERZEUGTE ENERGIE AUCH FÜR DIESEN VERKEHRSTRÄGER NUTZBAR ZU MACHEN. DAMIT DER UMSTIEG GELINGT, MUSS DIE FORSCHUNG NOCH AUF VIELE FRAGEN EINE ANTWORT FINDEN. →



K

Kein Atom ist kleiner und keines kommt häufiger im Universum vor. Von 1.000 Atomen sind 900 Wasserstoffatome, 99 sind Helium, und nur ein einziges ist eines der anderen 90 Elemente. Auf der Erde ist Wasserstoff eher selten. Das liegt an seiner Flüchtigkeit. Aber in Verbindung mit Sauerstoff ist er als Wasser die Grundlage allen Lebens. Auch auf dem Weg in eine klimaneutrale Zukunft soll er eine Schlüsselrolle spielen.

Die Geschichte des menschlichen Energieverbrauchs lässt sich auch lesen als ein Weg von Brennstoffen mit einem niedrigen Gehalt an Wasserstoff zu solchen mit immer höherem Wasserstoffgehalt.

Hamburg hat sich vorgenommen, das Zentrum einer zukünftigen nordeuropäischen Wasserstoffwirtschaft zu werden. „Klares Ziel ist der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft am Standort Hamburg, die international eine Spitzenposition einnimmt“, formuliert Wirtschaftsminister Michael Westhagemann die Vision des Senates.

Im Mai hat Hamburg als Anschlag eine halbe Milliarde Euro an Fördermitteln für insgesamt acht Projekte erhalten und legt 160 Millionen aus der eigenen Schatzkammer obendrauf. Eine funktionierende Wasserstoffwirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette aufzubauen, mit entsprechenden

„Klares Ziel ist der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft am Standort Hamburg, die international eine Spitzenposition einnimmt.“

MICHAEL WESTHAGEMANN,
WIRTSCHAFTSSENATOR DER FREIEN UND HANSESTADT HAMBURG

Von Holz zu Kohle, von Kohle zu Öl, von Öl zu Gas. Der Schritt in die Wasserstoffwirtschaft wäre danach der letzte logische Schritt, wobei Wasserstoff in diesem Fall nicht Primärenergie ist wie Kohle oder Öl, sondern nur ein Mittel, die mit Wind- und Sonnenkraft erzeugte Energie zu speichern, damit man sie nutzen kann, wann und wo sie benötigt wird.

Was den Stoff, aus dem unsere Energieträger sind, in dieser Hinsicht so interessant macht, ist, dass er ungiftig ist, reichlich verfügbar und sehr energiegeladig. Während es Benzin, Kerosin und Diesel pro Kilogramm auf eine Energiedichte zwischen elf und 13 Kilowattstunden bringen, hat Wasserstoff das Dreifache davon. Die besten Lithium-Ionen-Akkus speichern pro Kilogramm gerade mal 0,18 Kilowattstunden.

Schnittstellen von Erzeugern über Transport und Distribution bis zu Abnehmern, die ihre fossilen Prozesse zudem noch aufwendig auf Wasserstoffeinsatz umstellen müssen, ist eine Mammutaufgabe – wie der Weg in eine klimaneutrale Zukunft überhaupt.

VON HEUTE AUF MORGEN GEHT NICHTS

Wasserstoff soll auch der Luftfahrt den Weg in eine umweltverträglichere Zukunft ebnen. Der Handlungsbedarf in der Branche ist groß. Was sie auf der einen Seite durch moderne Flugzeuge mit immer effizienteren Triebwerken und Einsparungen im Flugbetrieb herausholen konnte, wurde durch ein schier unaufhaltsames Wachstum mehr als aufgefressen. Unter dem Strich stieg der CO₂-Ausstoß des Luftverkehrs

Windstrom von der Nordsee und aus Schleswig-Holstein als Rohstoff

Statt Kohle zu verbrennen, wird in Moorburg ab 2025 grüner Wasserstoff erzeugt

Ein Leitungsnetz versorgt die größten Industrien im Hafen mit Wasserstoff

Brennstoffzellen als Ersatz für die Hilfsturbine und die Energieversorgung an Bord

Emissionsfreie Fahrzeuge auf dem Flughafenvorfeld

Ein Airbus A320 als H2-Demonstrator für die praxisnahe Untersuchung der Handhabung von Wasserstoff am Boden

→ Hamburg soll zum Green Energy Hub werden. Die Technologien dafür werden hier in Hamburg entwickelt, realitätsnah erprobt und zur Einsatzreife gebracht.

pro Jahr um 3,5 Prozent – und das, während die Emissionen in den Ländern der EU seit 1990 im Durchschnitt um ein Prozent sinken. Es gibt also erheblichen Nachholbedarf.

Bis 2030 will die EU die CO₂-Emissionen in ihren Mitgliedsstaaten auf 55 Prozent des Niveaus von 1990 senken. „Für den Luftverkehr bedeutet das eine Reduzierung um etwa neun Prozent pro Jahr“, beschreibt Prof. Dr. Dieter Scholz, Professor für Flugzeugentwurf, Flugzeugsysteme und Flugmechanik am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau der HAW Hamburg, das Dilemma. Durch operative Maßnahmen zum Treibstoffsparen und die Modernisierung ihrer Flotte schafft die Branche durchschnittlich 1,5 Prozent pro Jahr. „Dies eingerechnet, müsste der Luftverkehr dauerhaft um 7,5 Prozent pro Jahr schrumpfen“, sagt Scholz.

Im September 2020 hat Airbus unter dem Titel ZEROe für Zero Emissions drei Konzeptstudien für Flugzeuge mit Wasserstoffantrieb vorgestellt und verkündet, bis 2035 das weltweit erste emissionsfreie Flugzeug in den Dienst zu stellen. Im Mai dieses Jahres kündigte Airbus-Technologiechefin Grazia Vittadini an, dass die Konfiguration eines „grünen Flugzeuges“ für Regional- und Mittelstrecken in vier Jahren stehen solle. Selbst wenn es der Industrie gelingen sollte, den Zeitplan einzuhalten und Mitte des kommenden Jahrzehnts Flugzeuge mit Wasser-

stoffantrieb auszuliefern, wird es danach noch mehrere Jahre dauern, bis deren Anteil an der Weltflotte und damit zur Verringerung der Emissionen ein nennenswertes Niveau erreicht hat.

Schon einmal stand Wasserstoff hoch im Kurs. Nachdem russische Ingenieure 1988 mit einer umgebauten dreistrahligen Tupolev Tu-154 erfolgreich den Einsatz von Wasserstoff als Treibstoff demonstriert hatten, entstanden bei der Deutschen Airbus, wie das Unternehmen damals hieß, Studien für ein Flugzeug mit Wasserstoffantrieb.

Ein Airbus A310 mit 200 Sitzen und Wasserstofftanks über der Passagierkabine hätte damaligen Berechnungen zufolge genug Reichweite gehabt, um Urlauber von Hamburg nach Mallorca zu fliegen. →

„Wasser ist die Kohle der Zukunft.“

JULES VERNE,
DICHTER UND VISIONÄR, IN „DIE GEHEIMNISVOLLE INSEL“, 1874

Die bunte Welt des Wasserstoffs

Wie die meisten Gase ist Wasserstoff farblos und unsichtbar. In der Klimadiskussion gibt man ihm trotzdem unterschiedliche Farben – Etiketten, die seine mehr oder weniger klima- und umweltschonende Herkunft deutlich machen sollen.

GRÜN Grüner Wasserstoff wird durch Wasserelektrolyse mittels Strom hergestellt, der mit Windkraft oder Photovoltaik gewonnen wird. Bei seiner Herstellung entstehen keine Treibhausgase. Das Verfahren wird auch als Power-to-Gas bezeichnet.

GRAU Grauer Wasserstoff wird aus fossilen Brennstoffen gewonnen. In der Regel wird bei der Herstellung Erdgas unter Hitze in Wasserstoff und CO₂ umgewandelt (Dampfreformierung). Bei der Produktion einer Tonne Wasserstoff entstehen rund zehn Tonnen CO₂.

BRAUN Brauner Wasserstoff wird aus Braunkohle hergestellt. Ein entsprechendes Projekt ist im australischen Bundesstaat Victoria in Vorbereitung, weil man die dort geförderte Braunkohle nicht mehr nutzen kann. Pro Tonne Wasserstoff entstehen 20 Tonnen CO₂, die aufgefangen und gespeichert werden sollen (Carbon Capture and Storage).

BLAU Blauer Wasserstoff ist grauer Wasserstoff, bei dem das CO₂ abgeschieden und im Boden gespeichert wird (CCS).

TÜRKIS Türkiser Wasserstoff wird durch die Spaltung von Methangas bei hohen Temperaturen unter Luftabschluss gewonnen (Methanpyrolyse). Dabei entsteht kein CO₂, sondern fester Kohlenstoff, der sich einlagern oder aber industriell nutzen lässt.

ROT Wasserstoff, der mithilfe von Atomstrom produziert wird.

GELB Wasserstoff, der mit dem herkömmlichen Strommix hergestellt wird.

WEISS Weißer Wasserstoff fällt bei bestimmten Prozessen in der chemischen Industrie als Nebenprodukt an.



→ Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz ist Professor für Flugzeugentwurf, Flugzeugsysteme und Flugmechanik. Tel. +49.40.181 19-881 dieter.scholz@haw-hamburg.de

Der Wasserstoff sollte mit Strom aus Wasserkraft in Norwegen hergestellt werden, später dann im Rahmen des Euro-Québec-Hydro-Hydrogen-Projektes in Kanada. Von dort sollte er per Schiff nach Hamburg gelangen. Triebfeder war zunächst die Angst vor dem nächsten Ölpreis-Schock und seinen ökonomischen Folgen. Erst im Laufe der 1990er-Jahre rückten der Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre und damit der Klimaschutz allmählich ins Blickfeld.

KALTE VERBRENNUNG GEGEN ERDERWÄRMUNG

Prinzipiell gibt es drei Wege, um Sonnen- und Windenergie mithilfe von Wasserstoff für Flugzeuge nutzbar zu machen. Man kann aus Wasserstoff und aus CO₂, das aus der Luft oder aus Abgasen gewonnen wird, synthetisches Kerosin (SAF) herstellen, das man dem anderen Kerosin beimischt oder, so ausreichend vorhanden, pur verbrennt. Man kann es, einige technische Änderungen in der Brennkammer vorausgesetzt, auch direkt im Triebwerk verbrennen. In beiden Fällen entstehen aber Stickoxide, die zum Ozonabbau in der Stratosphäre beitragen. Die dritte Möglichkeit ist, in einer Brennstoffzelle auf dem Wege der sogenannten kalten Verbrennung Strom zu erzeugen und das Flugzeug elektrisch anzutreiben.

Der von Airbus gewählte Programmtitel ZEROe ist zwar einprägsam und schlagkräftig, bei Lichte besehen aber irreführend. Denn emissionsfrei ist keiner dieser Wege. Im Triebwerk entstehen auf alle Fälle Stickoxide, auch wenn es in den letzten Jahren gelungen ist, hier beachtliche Fortschritte zu erzielen. In jedem Fall entsteht auch Wasserdampf, bei der Verbrennung von Wasserstoff sogar 2,6-mal mehr als bei Kerosin. Er bildet unter bestimmten Umständen Kondensstreifen, die die Rückstrahlung langwelliger Infrarotstrahlung in den Weltraum verringern.

„Wasserstoff in der Brennstoffzelle hat für die Luftfahrt das größte Potenzial.“

PROF. DR. DRAGAN KOZULOVIC,
PROFESSOR FÜR FLUGTRIEBWERKE

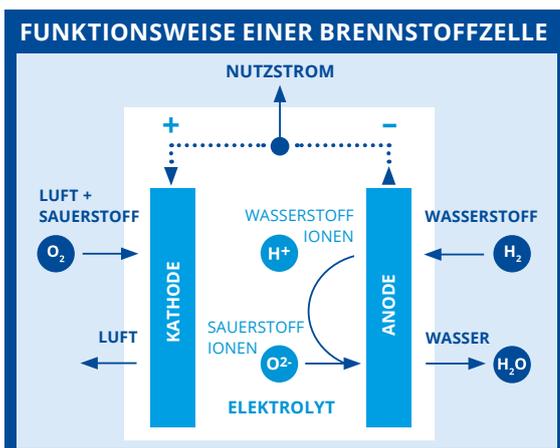
Ein Cluster für den Wasserstoff

Cluster sind ein etabliertes Stück Hamburger Industriepolitik. Sie vernetzen Wirtschaft, Forschung und Politik. Es gibt sie für die acht Wirtschaftsbereiche, die für Hamburgs wirtschaftliche Zukunft besonders wichtig sind, zum Beispiel Hamburg Aviation, Logistik-Initiative Hamburg, Life Science Nord und Erneuerbare Energien (EEHH), unter dessen Dach die Wasserstoffwirtschaft seit Februar eine eigene Struktur erhalten hat.

Das Cluster EEHH wurde im Jahr 2010 gegründet und zählt heute knapp 200 Mitglieder, darunter auch die HAW Hamburg. Hamburg will Wasserstoff für die Dekarbonisierung von Industrie- und Chemieunternehmen einsetzen. Daneben soll er in der Luftfahrt, der Schifffahrt sowie für Lkw und Busse des HVV verwendet werden.

Wie sich der Eintrag großer Wasserdampfmengen in die ansonsten sehr trockene Luft der oberen Atmosphäre auf Wolkenbildung und Strahlungshaushalt der Erde auswirkt, ist zumindest offen.

Die Brennstoffzelle ist älter als der Verbrennungsmotor. Sie wurde 1838 von dem Chemiker und Physiker Christian Friedrich Schönbein erfunden. Lange blieb die Entdeckung praktisch ungenutzt. Sieht man einmal vom Einsatz in der Raumfahrt seit den 60er-Jahren ab, gibt es erst seit rund 20 Jahren eine langsame Kommerzialisierung dieser Technologie, wobei die Leistung der bisherigen Systeme weit unterhalb dessen liegt, was selbst für ein kleines Verkehrsflugzeug notwendig wäre. Der Triebwerkshersteller MTU Aero Engines und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickeln derzeit eine mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzelle, mit mehr als 500 Kilowatt Leistung. Sie soll ab 2026 in einer zweimotorigen Do 228 des DLR im Flug erprobt werden.



Eine Brennstoffzelle, die mit grünem Wasserstoff betrieben wird, ist, abgesehen vom Wasserdampf, der bei der Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff entsteht, emissionsfrei. Das macht sie mit Blick auf den Klimaschutz zum idealen Kandidaten. „Wasserstoff in der Brennstoffzelle hat für die Luftfahrt das größte Potenzial“, ist Prof. Dr. Dragan Kozulovic überzeugt. Er ist Professor für Flugtriebwerke an der HAW Hamburg und gehört zum Leitungsteam des FTZ Future Air Mobility.

Mit heutiger Technologie brächte eine Brennstoffzelle, um ein Flugzeug von der Größe einer A320 anzutreiben, rund zehn Tonnen auf die Waage. Die Leistungselektronik und den Elektromotor eingerechnet wäre das ganze Antriebssystem zwei- bis dreimal schwerer als ein heutiges Triebwerk. „Das sind dann ungefähr 20 Prozent der Leermasse des Flugzeugs. Die Motoren aus der Zeit vor Einführung des Düsenantriebs waren ähnlich schwer und trotzdem ist man damit über den Atlantik geflogen“, gibt Kozulovic zu bedenken. „Außerdem sagen mir Kollegen, die sich mit der Entwicklung der Brennstoffzelle beschäftigen, dass diese in den nächsten Jahren um 30 oder 40 Prozent leichter werden könnte. Da ist man mit den Möglichkeiten noch lange nicht am Anschlag.“

ABWÄRME FÜR EINE GANZE KLEINSTADT

Zu den Eigenheiten einer Brennstoffzelle gehört, dass sie nicht nur Strom und Wasserdampf produziert, sondern auch Abwärme, und zwar umso mehr, je stärker man ihr Leistungspotenzial ausreizt. Bei kleineren Einheiten, die man nutzt, um etwa ein Reise mobil unterwegs mit Strom zu versorgen, und selbst bei einem Auto, fällt das nicht ins Gewicht. Bei einem Flugzeug sieht die Sache schon anders aus, denn hier geht es um ganz beträchtliche Größenordnungen. Diesem Problem und möglichen Lösungswegen ist Kozulovic wissenschaftlich auf den Grund gegangen: Kann man die Brennstoffzelle trotzdem nutzen, welche Lösungsmöglichkeiten gibt es und wie wirkt sich das auf das Flugzeug insgesamt aus? →

Dieser Nurflügler ist ein Airbus-Konzept für ein CO_2 -neutrales Langstreckenflugzeug.

→ Cluster Erneuerbare Energien Hamburg
Wexstraße 7
20355 Hamburg
Tel. +49.40.694 573-10
info@eehh.de
www.erneuerbare-energien-hamburg.de

→ Informationen zum Studiengang Flugzeugbau finden Sie hier:



Wasserstoff wird das neue Öl

Im Jahr 2019 wurden in Deutschland 2.514 Terawattstunden an Endenergie verbraucht. Das sind vier Prozent weniger als 1991. Für unsere Mobilität gingen allerdings 14 Prozent mehr Öl und Strom drauf als damals. Der Verkehrssektor hat Industrie und Haushalte damit als größter Verbraucher überholt. 45,4 Prozent des Stroms und 19,6 Prozent der Endenergie stammen inzwischen aus Windkraft und Photovoltaik.

Selbst wenn Deutschland seine eigenen Möglichkeiten zur Erzeugung und Speicherung regenerativer Energie konsequent nutzt, werden wir nach einer Prognose des Max-Planck-Instituts für Chemische Energiekonversion im Jahr 2050 45 Millionen Tonnen Wasserstoff importieren müssen. So riesig die Menge auch klingen mag, so ist sie doch nur die Hälfte der heutigen Rohöleinfuhren.

In den trockenen und sonnenreichen Staaten Afrikas herrschen ideale Bedingungen für die Erzeugung von Solarenergie. Während ein Quadratmeter Solarpanel in Hamburg rund 1.200 Kilowattstunden erzeugen kann, sind es im Senegal 2.250 und in Namibia mehr als 2.500. Schon jetzt gibt es zwischen Deutschland und mehreren Staaten Afrikas Vereinbarungen, um die Machbarkeit der Produktion im Rahmen erster Pilotprojekte zu untersuchen.

Dass am Ende das Kapital für die notwendigen Projekte bereitstehen wird, bezweifelt inzwischen kaum noch jemand. Geld fließt dorthin, wo es Rendite zu bringen verspricht. Nach Schätzungen des auf Erneuerbare Energien spezialisierten Analysehauses BloombergNEF steckten Investoren bereits im vergangenen Jahr weltweit 500 Milliarden Dollar in die Dekarbonisierung von Energieerzeugung, Industrie und Transportwesen.



Ein Flugzeug wie der Airbus A320 braucht im Reiseflug eine Triebwerksleistung von zehn Megawatt. Bei einer sinnvollen Auslegung der Brennstoffzelle wird etwa dieselbe Leistung als Abwärme anfallen. Das ist eine Menge, die ausreichend wäre, um 2.500 Wohnungen à 80 Quadratmeter Wohnfläche zu beheizen. Ein Teil der Abwärme könnte sicher für die Klimatisierung der Kabine verwendet werden und um die Flügel vor Vereisung zu schützen, aber das sind allenfalls ein paar Hundert Kilowatt, fällt also nicht ins Gewicht.

IN JEDEM FALL MEHR WIDERSTAND

Heutige Triebwerke blasen über den 100 Grad heißen Abgasstrahl eine vergleichbare Menge an Abwärme ungenutzt in die Luft. Ein wichtiger Unterschied ist, dass die Niedertemperatur-Brennstoffzelle, die am besten für die Luftfahrt geeignet ist, selbst nur mit weniger als 100 Grad Betriebstemperatur arbeitet und deshalb nur ein laues Lüftchen von gerade mal 70 oder 80 Grad von sich gibt. Und genau da liegt ein Problem. Je geringer die Temperaturdifferenz zur Umgebung, desto schwieriger die Kühlung, insbesondere dann, wenn man so wenig Spielraum bei Gewicht und Platz hat wie in einem Flugzeug.

„Wasserstoff in Drucktanks ist eher etwas für Flugzeuge mit kleineren Reichweiten.“

PROF. DR. DRAGAN KOZULOVIC

FTZ Future Air Mobility

© Paula Markert



Als Luftfahrtstandort steht Hamburg in einem harten internationalen Wettbewerb. Sein Stellenwert hängt maßgeblich davon ab, wie sehr es gelingt, mit Innovationen zur technologischen Weiterentwicklung der Luftfahrt beizutragen. Als Plattform für luftgebundene Mobilität leistet das Forschungs- und Transferzentrum Future Air Mobility (FTZ FAM) der HAW Hamburg einen Beitrag zur Stärkung des Standorts. Es ist das jüngste der vier Forschungs- und Transferzentren der Fakultät Technik und Informatik. Mitglieder sind 13 Professor*innen. Sie

Ein ausreichend großer Wärmetauscher hätte etwa die Stirnfläche heutiger Triebwerke und würde den Widerstand des Flugzeugs um 20 Prozent erhöhen, was auch bedeutet, dass man für den Reiseflug 20 Prozent mehr Leistung braucht. Dieses Ergebnis hat Kozulovic im vorigen Jahr auf einer internationalen Konferenz präsentiert. Für die Entwicklung von Flugzeugen mit Brennstoffzelle war das keine gute Nachricht, denn sie bedeutet einen höheren Energieverbrauch und damit noch höhere Betriebskosten als bei alternativen Antrieben und Treibstoffen ohnehin zu erwarten.

Aber Forschung bleibt ja nicht stehen. In einer Masterarbeit, die Kozulovic betreut hat, hat ein Student an der TU Braunschweig die Sache weitergedacht. Wenn man als Kühlmittel nicht Wasser nimmt, sondern eines, das bei weniger als 100 Grad verdampft, dann könnte man sich das Prinzip des Kühlschranks beziehungsweise der Wärmepumpe zunutze machen und die Temperatur auf 300 Grad hochtreiben. „Man braucht zwar Energie, um die Pumpe anzutreiben, aber der Wärmetausch wird so viel kleiner, dass er viel weniger Masse hat und viel weniger Widerstand erzeugt.“

Viele Menschen denken bei Wasserstoff sofort an die Luftschiffkatastrophe von Lakehurst oder an die Knallgasreaktion aus dem Chemieunterricht. Aber Wasserstoff ist keinesfalls gefährlicher als Kerosin. In der Raumfahrt und in der chemischen Industrie hat man gelernt, mit diesem reaktionsfreudigen

beschäftigen sich in ihrer Forschung mit der vollen Breite relevanter Themen von der urbanen Luftfahrt (Drohnen, Flugtaxi, Hubschrauber etc.) über die Nutzung von Wasserstoff in der Luftfahrt bis hin zum Einsatz Gewicht sparender Materialien und Bauweisen sowie Kabinenkonzepten für zukünftige Verkehrsflugzeuge. Dabei haben Fragestellungen mit Blick auf Nachhaltigkeit und Klimaneutralität einen besonderen Stellenwert. Durch den Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse trägt das FTZ zur Entwicklung neuer Produkte und Produktionsverfahren bei und damit zur Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen in der Metropolregion. Dies geschieht unter anderem durch gemeinsame Projekte mit führenden Unternehmen aus der Industrie.

Das FTZ ist bestens vernetzt. Zu den Kooperationspartnern gehören neben Unternehmen der Luft- und Raumfahrt Organisationen wie Hamburg Aviation, HECAS und das Hamburg Centre for Aviation Training-Lab (HCAT+) sowie Hochschulen und Forschungseinrichtungen, darunter die Technischen Universitäten Hamburg und Braunschweig, das Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung (ZAL) und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). ■

Gas routiniert und sicher umzugehen. Anders als Benzin oder Kerosin breitet sich Wasserstoff auch nicht am Boden aus. Weil das Gas viel leichter als Luft ist, steigt es bei Leckagen schnell nach oben, ebenso wie die Flammen im Fall einer Entzündung. „Es wird bei Unfällen eher darum gehen, die Passagiere vor einem Durchschlag der Kälte zu schützen“, sagt Kozulovic, der davon ausgeht, dass zumindest größere Flugzeuge flüssigen Wasserstoff an Bord haben werden. Temperatur: minus 252 Grad. „Gasförmiger Wasserstoff in Drucktanks ist eher etwas für kleinere Reichweiten. Wenn man an größere Reichweiten denkt, dann muss man ihn verflüssigen.“

DER GRÖSSTE UMBRUCH DER INDUSTRIEGESCHICHTE

Der Schritt vom Kohlenstoff- ins Wasserstoffzeitalter ist der größte Umbruch, den unsere Industriegesellschaft je zu stemmen hatte. Der Weg dorthin ist gepflastert mit ungeklärten Fragen und technischen Herausforderungen. Das gilt insbesondere für die Luftfahrt, wo die Anforderungen für neue Technologien viel höher und viel schwieriger zu erfüllen sind als in den meisten anderen Bereichen, zumal es mit der bloßen Dekarbonisierung, also dem Abschied von fossilen Brennstoffen allein womöglich nicht getan ist, um wirklich klimaneutral zu werden. Auf die Wissenschaft, die angewandte zumal, wartet damit viel Arbeit. ■



© C. Hübner

→ Prof. Dr. Thomas Netzel, Professor für Mess- und Regelungstechnik, leitet das FTZ. Von 2014 bis 2020 war er Vizepräsident für Forschung, Transfer und Internationales. Tel. +49.40.428 75-7890 thomas.netzel@haw-hamburg.de



→ Prof. Dr. Dragan Kozulovic ist seit 2013 Professor für Flugtriebwerke. Tel. +49.40.428 75-7904 dragan.kozulovic@haw-hamburg.de

LEISE FLUGZEUGKABINE

Christbaumkugeln für die Forschung

Hannah Hoppen zeigt die beiden Christbaumkugeln, mit denen sie erste Messungen zur Lärmdämmung machte.

ES GIBT EIN ALTER, IN DEM KINDER GANZ SICHER WISSEN, DASS SIE POLIZIST*IN, LEHRER*IN ODER PILOT*IN WERDEN WOLLEN. ABER JENSEITS DAVON IST DIE FRAGE FÜR DIE MEISTEN JUNGEN MENSCHEN SCHWIERIG ZU BEANTWORTEN.

BEI HANNAH HOPPEN GAB EIN BESUCH MIT IHREM PHYSIKKURS AN DER HAW HAMBURG DEN AUSSCHLAG. HEUTE PROMOVIERT SIE DORT ÜBER MÖGLICHKEITEN, FLUGZEUGE INNEN LEISER ZU MACHEN.

TEXT: HEINRICH GROSSBONGARDT



Hannah Hoppen erinnert sich noch sehr genau: „Wir haben im Windkanal Versuche gemacht, und ich war total begeistert. Das kannte ich aus der Schule nicht, dass man Versuche gemacht hat und daraus Größen bestimmen und etwas berechnen konnte.“ Und dann war da noch eine zweite Leidenschaft. Dank der Initiative einer Lehrerin pflegte sie schon seit der Grundschule eine Brieffreundschaft mit einem Mädchen in Montivilliers, der französischen Partnerstadt ihrer Heimatstadt Nordhorn, und war auch in der elften Klasse in Frankreich. „Das wollte ich gern verbinden: Physik und Naturwissenschaften mit Französisch.“ Wo ginge das besser als bei Airbus, wo sie sich erfolgreich für ein Duales Studium in der Fachrichtung Flugzeugbau bewarb. „Mit Technik hatte ich in der Schule gar keinen Kontakt. Daher konnte ich mir darunter auch nichts vorstellen“, gesteht sie heute.

Gepackt hat die Technik sie trotzdem. Schon bei ihrer Bachelorarbeit über einen Teststand für eine Flugzeug-Notstromversorgung auf Basis einer Brennstoffzelle stand für sie fest: Ich will promovieren. Bei Versuchen begegnete sie Prof. Dr. Wolfgang Gleine, der in einem anderen Labor einen Teststand für ein Kabinensystem

aufbaute. Gleine beschäftigte sich damals gerade mit Möglichkeiten, das Abwassersystem von Flugzeugen leiser zu machen. „So bin ich zur Akustik gekommen“, erzählt Hannah Hoppen. Sie ließ sich bei Airbus freistellen, um ein Masterstudium als nächsten Schritt in Richtung Promotion anzuschließen.

An der HAW Hamburg findet sie, was sie im Beruf vermisst hat: die Möglichkeit, den Dingen auf den Grund zu gehen. „Ich hatte für mich immer das Gefühl, dass man Ergebnisse liefern muss, bevor man eine Sache wirklich durchdrungen hat“, erzählt die 32-Jährige. Das läuft in der Forschung anders. Denn genau darum geht es ja: Zusammenhänge zu verstehen, Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und damit neues Wissen und die Grundlage für neue Lösungen zu schaffen. Es braucht Hartnäckigkeit und Stehvermögen. Nicht Geistesblitze verändern die Welt, sondern das beharrliche Bohren der sprichwörtlichen dicken Bretter.

Bei Hannah Hoppen begann das Bohren, an dessen Ende ihre Promotion stehen soll, mit einer roten und einer grünen Christbaumkugel. Der Einsatz im Dienst der Wissenschaft hat auf ihrer Oberfläche seine Spuren hinterlassen. →



© Paula Markert

Hannah Hoppen und ihr Kollege bei der Vorbereitung einer Messung.

Weihnachtsbaumtauglich sind sie nicht mehr. Die Kugeln sollten der Doktorandin helfen, einen Weg zu finden, um die Kabine zukünftiger Flugzeuge besser gegen Triebwerkslärm zu isolieren.

PASSAGIERE WOLLEN LEISE REISEN

Wer schon mal in einem Airbus A380 geflogen ist, dem wird aufgefallen sein, wie leise dieses Flugzeug innen ist. Ein niedriger Lärmpegel in der Kabine erhöht den Reisekomfort. Gerade Langstreckenflüge sind umso anstrengender, je lauter es im Flugzeug ist. Ab 60 Dezibel kann man nicht mehr richtig schlafen, aber selbst in einem A380 ist es je nach Sitzplatz in etwa so laut wie in einem Restaurant. Weil die Passagiere sich eine leise Kabine wünschen, legen Airlines bei der Auswahl ihrer Flugzeuge auch darauf Wert. Im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms der Bundesregierung (LuFo) hatte die HAW Hamburg unter anderem den Auftrag gewonnen, für Flugzeuge wie den A320 Lösungen für eine verbesserte Schallisolation zu entwickeln. Drittmittelprojekte wie dieses ermöglichen es der HAW Hamburg, Doktorandinnen und Doktoranden für ihre Promotionszeit, oder zumindest einen Teil davon, anzustellen.



→ QR Code scannen für Informationen zum Studiengang Maschinenbau und Produktion.

Die nächste Generation treibstoffsparender Triebwerke wird zwar weniger Fluglärm verursachen, paradoxerweise aber in der Kabine stärker zu hören sein als die heutigen. Der Fan, der vordere Kranz Triebwerksschaufeln, hat einen großen Anteil am Geräuschpegel in der der Kabine. Weil er sich bei zukünftigen Triebwerken langsamer drehen wird als bei heutigen Motoren, macht er auch weniger Lärm. Aber als unvermeidliche Folge treten andere Geräusche stärker in den Vordergrund, denn das Spektrum des abgestrahlten Schalls verlagert sich hin zu Tönen tieferer Frequenzen. Gegen sie wirken die Matten aus Glaswolle zwischen Kabinenwand und Außenhaut des Flugzeugs, welche die Kabine gegen Kälte und Lärm abschirmen, aber nur schlecht.

Wer feierfreudige Nachbarn hat, der kennt das Problem: Weil hohe Töne vom Mauerwerk geschluckt werden, dringt von der Partymusik vor allem das Wummern der Bässe in die eigene Wohnung. Um die tiefen Frequenzen zu dämmen, müsste man die Wände entweder schwerer oder dicker machen. Beide Optionen gibt es in einem Flugzeug nicht. Es muss also etwas Neues her.

„Nichts wiegen, nicht brennen, kein Wasser aufnehmen und nichts kosten“, fasst Hannah Hoppen lachend die Anforderungen an eine zusätzliche Lärmdäm-

mung in Flugzeug zusammen. Ein wenig schwerer durfte die neue Dämmung aber doch werden: 100 Gramm pro Quadratmeter, das Gewicht von Papier, also so gut wie nichts. Leicht zu montieren und wartungsarm soll sie außerdem sein.

EINE PATENTE LÖSUNG

Nachdem der Versuch, Glaswolle die notwendigen Fähigkeiten zu verleihen, am zu hohen Gewicht gescheitert war, kamen die Christbaumkugeln ins Spiel. Nimmt man die Kappe ab, mit der sie am Baum befestigt sind, werden sie zu sogenannten Helmholz-Resonatoren.

Je nach Länge des Halses und der Größe der Kugel entsteht bei einer Frequenz ein schwingendes System aus der Luftmasse im Hals und der Luft in der Kugel, die wie eine Feder wirkt. Dabei wird besonders viel Energie durch Reibung in Wärme umgewandelt. Messungen im hochmodernen Akustiklabor der HAW Hamburg bestätigten, dass die Idee im Prinzip funktioniert. Über Tischtennisbälle und Kugeln aus glasfaserverstärktem Kunststoff mit mehreren Halsen arbeitete die Wissenschaftlerin am Ende bei einer Lösung mit, auf die sie, ihr ehemaliger Kollege Felix Langfeldt und Professor Gleine, Leiter des FTZ Technische Akustik, inzwischen ein Patent erhalten haben.

„Ich könnte mir gut vorstellen, Professorin zu werden. Da hat man immer beides, Lehre und Forschung.“

HANNAH HOPPEN, DOKTORANDIN

Die Akustik spielt in vielen Lebensbereichen eine besondere Rolle – im Positiven wie im Negativen. Sie bestimmt unsere Lebensqualität ebenso wie die Wettbewerbsfähigkeit von Produkten. Deshalb ist es wichtig zu verstehen, wie und wo Schall entsteht, wie er sich ausbreitet und wie man ihn dort, wo er unerwünscht ist, am effektivsten dämmen und dämpfen kann. 2019 wurde das zum FTZ Technische Akustik gehörende Akustiklabor eingeweiht, das von Prof.

Dr. Wolfgang Gleine, dem Initiator und Gründer des FTZ, entworfen und im Aufbau eng begleitet wurde. Den Kern des Labors auf dem Campus der HAW Hamburg am Berliner Tor bilden verschiedene akustische Messräume: ein Hallraum sowie daran angrenzend vier reflexionsarme Räume unterschiedlicher Größe und Eigenschaften. Im Gebäude befinden sich weiterhin Büroräume, eine Werkstatt, ein Materialraum sowie ein Mess- und Auswerterraum. Hier wird zu Luftfahrtthemen geforscht, aber zum Beispiel auch zu akustischen Effekten der Elektromobilität.

Im ZAL (Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung) befindet sich ein weltweit einzigartiger Technologie-Demonstrator für Kabinenakustik, den Gleine zusammen mit Airbus dort konzipiert und aufgebaut hat. In ihm lassen sich zum Beispiel die grundsätzlichen akustischen Eigenschaften eines Flugzeugrumpfes samt seiner Kabinenausstattung vermessen. Zum FTZ Technische Akustik gehören außerdem eine Klima-Akustikkammer mit einem originalen A320-Rumpfabschnitt, das I²AudioLab zur Erforschung der virtuellen Akustik, ein leistungsfähiges Tonlabor sowie für Umweltmessungen eine akustische Kamera und ein wetterfester transportabler Messplatz. ■



→ Prof. Dr. Wolfgang Gleine, Professor für Technische Akustik und Strömungsmechanische Kabinensysteme. Tel. +49.40.428 75-7833 Tel. +49.40.428 75-8027 wolfgang.gleine@haw-hamburg.de



Das Akustiklabor verfügt über hochmodern ausgestattete Messräume.

Diese besteht aus kleinen, hohlen Quadern aus einem besonders leichten, aber ausreichend harten Schaumstoff mit geschlossenen Poren. In die Oberfläche ist ein Schlitz in Form eines U eingefräst. Dieser wirkt wie ein Helmholz-Resonator. Zugleich wird auch die schmale Zunge des U von dem Lärm zum Schwingen gebracht und schluckt ebenfalls einen Teil seiner Energie. Mit Messungen an einem mehr als ein Quadratmeter großen Modell mit 252 dieser Elemente konnte Hannah Hoppen zeigen, dass dieser neuartige Schallschutz tatsächlich dazu beiträgt, auch den Teil des Lärms zu reduzieren, den die Glaswolle durchlässt.

Ob er irgendwann tatsächlich in einem Flugzeug eingebaut wird, muss sich zeigen. Der Weg vom Hochschullabor zum einsatzreifen Produkt ist lang. Dass man das Ergebnis ihrer Arbeit nicht sehen wird und allenfalls geübte Ohren einen Unterschied wahrnehmen werden, ist für die junge Wissenschaftlerin kein Problem: „Man braucht den Drang, etwas heraus-

finden zu wollen, aber auch die Gelassenheit, zu wissen, dass man zum großen Ganzen nur ein Puzzlestück beiträgt.“

Zurzeit befindet sie sich noch in Elternzeit, denn Anfang des Jahres ist sie Mutter geworden. Da kommt man nicht zu viel. Die Arbeit an ihrer Promotion pausiert. Sich auf komplexe Themen einzulassen, ist kaum drin, auch wenn ihr Mann derzeit im Homeoffice arbeitet, den Arbeitsweg zeitlich spart, und sich dadurch viel um den gemeinsamen Sohn kümmert.

UMWEGE SIND AUCH WEGE

Zwei Jahre rechnet sie noch, bis sie ihre Promotion in der Tasche hat. Und danach? „Ich könnte mir gut vorstellen, an der Hochschule zu bleiben und Professorin zu werden. Da hat man immer beides, Lehre und Forschung.“ Schon jetzt hält sie Vorlesungen in Mathematik, in einem Brückenkurs, der Studierenden, die nach einer Berufsausbildung auf dem Zweiten

Bildungsweg zur HAW Hamburg gekommen sind, oder solchen, die nach dem Abitur pausiert haben, den Einstieg erleichtern soll. Das Wissen, das sie dabei weiterträgt, und das Feedback sind eine starke Motivation für sie. Und das gilt nicht nur in Bezug auf die fachlichen Inhalte. Der Schritt vom angeleiteten Lernen in der Schule zum selbstständigen Wissenserwerb an der Hochschule ist groß.

„Ich kann in meinen Vorlesungen den Erstsemestern so viel weitergeben, was mir selbst im Studium geholfen hat.“ Ob es mit Lehre und Forschung am Ende klappt, bleibt abzuwarten. Auch wenn Motivation und Qualifikation stimmen, muss sich die richtige Gelegenheit bieten. Aber das findet sie nicht weiter schlimm. Den Studierenden in ihrer Mathe-Vorlesung versucht Hannah Hoppen zu vermitteln, dass es kein Problem ist, wenn sie bei der Lösung von Aufgaben auf Umwegen ans Ziel kommen. Für den Berufsweg gilt das aus ihrer Sicht nicht minder. ■

Faszinierendes Land: Vietnam

Vietnam ist eines der spannendsten Länder Südostasiens, nicht nur für Reisende, sondern auch für Investoren. Das Land gehört zu den wachstumsstärksten Volkswirtschaften der Region. Der Wechsel von einer Zentralverwaltungswirtschaft zu einer sozialistischen Marktwirtschaft hat dazu geführt, dass das Pro-Kopf-Einkommen heute siebenmal höher ist als vor 20 Jahren. Vietnam ist nicht nur ein beliebtes Reiseland, sondern auch ein zunehmend attraktiver Produktionsstandort.





INTERNATIONALE PARTNERSCHAFT

Forschung voller HaMoNee

VIETNAM WIRD ALS INVESTITIONSZIEL IMMER ATTRAKTIVER. SEINE INDUSTRIE WÄCHST SCHNELL, AUCH WEIL IMMER MEHR UNTERNEHMEN DAS LAND INZWISCHEN ALS EINE STANDORTALTERNATIVE ZU CHINA SEHEN. DIE HAW HAMBURG KOOPERIERT MIT VIER VIETNAMESISCHEN HOCHSCHULEN, UM DIE INTERNATIONALE MOBILITÄT VON STUDIERENDEN UND LEHRENDEN IN DEN INGENIEURWISSENSCHAFTEN BEIDER LÄNDER ZU FÖRDERN. IMMER IM BLICK: UMWELTFREUNDLICHE LÖSUNGEN FÜR DEN INDIVIDUALVERKEHR. →



Durch die Öffnung und Modernisierung der Wirtschaft wächst die städtische Bevölkerung Jahr für Jahr um rund eine Million Menschen.

D

Der internationale Austausch von Wissen und Können bringt unsere Welt nach vorne und hilft uns, die Probleme zu lösen, vor denen die Menschheit steht. Auch die HAW Hamburg ist daher bestrebt, ihr Profil in dieser Hinsicht weiter zu stärken. Das Projekt HaMoNee ist eines von bundesweit 14 Kooperationsvorhaben an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften, die der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) im Rahmen seines Programms HAW.International im Zeitraum von 2021 bis 2024 fördert.

HaMoNee steht für Hamburg/Hanoi Mobile Engineers. Die HAW Hamburg kooperiert dabei mit vier renommierten vietnamesischen Hochschulen – der Hanoi University of Science and Technology (HUST), der University of Transport Technology (UTT), der Phenikaa University in Hanoi und der Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT) – und mit einer Reihe von Partnern aus der Industrie. Neue anwendungsorientierte, englischsprachige Studienangebote sollen die internationale Mobilität von Studierenden und Lehrenden in den Ingenieurwissenschaften beider Länder fördern. Für die HAW Hamburg ist dies der Einstieg in eine nachhaltige strategische Partnerschaft in Asien. Nicht nur zu den vietnamesischen Hochschulen sollen die Kontakte intensiviert werden, sondern auch zu Industriepartnern vor Ort. Zu diesen gehören neben der Beiersdorf-Tochter Tesa mit VinFast und Thaco auch zwei vietnamesische Automobilhersteller. Tesa baut gerade ein neues Werk in der Hafenstadt Haiphong. Das Unternehmen plant, die Produktion für den gesamten asiatischen Raum ab 2023 dahin zu verlagern.

Neben Lehr- und Praxissemestern in Zusammenarbeit mit den Industriepartnern sollen digitale, international ausgerichtete Vorlesungen in hybriden Lern- und Lehrräumen konzipiert und umgesetzt werden. Die Lehre soll synchron in deutscher und vietnamesischer Echtzeit und in englischer Sprache erfolgen. Im Rahmen von Summer Schools und Short Courses sollen noch mehr Möglichkeiten für Einblicke in Lehre und Praxis angeboten werden, die Studierenden beider Regionen die Chance für einen fachlichen und interkulturellen Austausch bieten.

Initiator der Zusammenarbeit ist Prof. Dr. Dirk Engel, Professor für mechatronische Systeme in der Fahrwerkstechnik im Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau. Einen besonderen Erfolg für die HAW Hamburg sieht er darin, dass das Projekt mit einem Land als Kooperationspartner gefördert wird und nicht, wie meistens üblich, mit einer ganzen Region. Vorbild für ihn ist das Shanghai-Hamburg College, das 1998 von der HAW Hamburg und der University of Shanghai for Science and Technology (USST) gemeinsam gegründet wurde. „Meine Vision ist, dass wir die Partnerschaft so weit verstetigen, dass man entweder ein Äquivalent zum Shanghai-Hamburg College aufbaut oder eine Art ‚Asien-Struktur‘ schafft, durch die man die Kooperation mit Nord- und Südasiens intensiviert und auch die Möglichkeit bietet, diesen industriellen Südostasien-Aspekt zu bedienen“, erläutert er die langfristige Perspektive.

ST. PAULI ODER HSV?

Ein persönlicher Kontakt, den Engel 2005 knüpfte und seither weiter intensiviert, war der Ausgangspunkt. 2016 wurde die Idee einer langfristigen Kooperation zwischen vietnamesischer und deutscher Lehre geboren. Als er die Partner 2019 vor Ort traf, staunte Engel nicht schlecht, dass er in Ho-Chi-Minh-Stadt tatsächlich mit einem freundlichen Moin begrüßt wurde und sein Gesprächspartner fragte: „St. Pauli- oder HSV-Fan?“

Die deutsch-vietnamesische Partnerschaft hat eine lange Tradition. Schon in der DDR gab es im Rahmen verschiedener Programme einen regen Austausch von Arbeitskräften und Wissen. „Viele Vietnamesen sind damals in die DDR gekommen, haben dann dort Deutsch gelernt und gearbeitet. Daher gibt es eine hohe Verbundenheit vor allem in der etwas älteren Generation“, sagt Engel. Noch heute öffnet der deutsche Abschluss vielen Vietnamesen und Vietnamesinnen die Türen zu ihren Traumjobs.

Die HAW Hamburg ist heute unter den vietnamesischen Studierenden ausgesprochen beliebt. Aus kaum einem anderen Land kommen so viele der internationalen Studierenden. Hoang Long Nguyen studiert Fahrzeugbau und befindet sich kurz



→ Weitere Informationen zum Projekt:



Steckbrief Vietnam:

- Einwohner: 96,4 Mio.
- Hauptstadt: Hanoi
- Größte Stadt: Ho-Chi-Minh-Stadt
- Einwohner Ho-Chi-Minh-Stadt: 8,9 Mio.
- Küste: 3.444 km
- Fläche: 331.12 km²
- Hochschulen: 237
- Studierende: 1,7 Mio.
- Währung: đōngg (1€ ≈ 27.000 đōngg)





→ Prof. Dr. Dirk Engel hat eine Professur für mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik inne. Tel. +49.40.428 75-7902 dirk.engel@haw-hamburg.de

vor Beginn seines Masterstudiums an der HAW Hamburg. „Wir haben nicht viele Unternehmen in der Fahrzeugbauindustrie in Vietnam. Daher ist es für vietnamesische Studierende der Ingenieurwissenschaften oft schwierig, einen guten Praktikumsplatz zu finden“, erzählt er. Hoang Nguyen hat in seiner bisherigen Zeit an der HAW Hamburg bereits ein Praktikum beim Fraunhofer Institut in Berlin absolviert. „Es gibt Dinge, die die Studierenden in Vietnam nicht erfahren können. Für Ingenieur*innen ist die Praxis äußerst wichtig. Wenn man mehr Praxiserfahrung hat, kann man seine Kenntnisse verbessern und einfacher einen guten Job finden“, schildert Nguyen seine Hoffnungen auf eine Teilnahme am HaMoNee-Projekt.

Der Grund für die Beliebtheit der HAW Hamburg bei vietnamesischen Studierenden liegt für Engel auf der Hand: „Durch die Struktur unserer Hochschule bieten wir etwas an, das anders ist, als man es in Vietnam kennt – einen hohen Praxisanteil, wir sind anwendungsorientiert und nicht so theorielastig wie eine klassische Uni. Das ist auch etwas, was vielen hierzulande zusagt.“

Diese Erfahrung bestätigt auch Prof. Dr. Thomas Clemen, Prodekan für Internationales an der Fakultät Technik und Informatik. Neben dem attraktiven Standort Hamburg sieht er die Stärke der Hochschule in ihrer langjährigen internationalen Aufstellung durch Summer Schools, englischsprachige Vorlesungen, den Projektbezug und den international vernetzten Forschungsgruppen. Aus seiner Sicht ist die HAW Hamburg von allen Hochschulen in Hamburg diejenige, die am stärksten die Internationalisierung lebt. „Wenn man sich außerhalb der Coronazeit auf dem Campus bewegt, kann man bis zu 90 Sprachen hören. Das ist schon wirklich faszinierend“, sagt Thomas Clemen.

DIE KINDER SOLLEN ES BESSER HABEN

Stefan Hase-Bergen, Leiter der DAAD-Außenstelle in Hanoi, sieht einen weiteren Grund für die Attraktivität deutscher Hochschulen für Angewandte Wissenschaften in der Kultur Vietnams und dem hohen Wirtschaftswachstum, das seit 20 Jahren zwischen fünf und sieben Prozent beträgt: „Damit entsteht eine schnell wachsende Mittelschicht, in der die konfuzianische Ethik ein ganz hohes Bildungsideal vorsieht.“ Konkret bedeute dies, dass ganze Familien bereit seien, hohe Summen in Bildung zu investieren. „Die Familie hält zusammen, damit die Kinder es einmal besser haben und etwas Vernünftiges lernen. Sie sind damit sehr zielorientiert in der Bildung.“ →

„Wir bieten einen hohen Praxisanteil, sind anwendungsorientiert und nicht so theorielastig wie eine klassische Uni.“

PROF. DR. DIRK ENGEL



Hoang Long Nguyen studiert Fahrzeugbau an der HAW Hamburg. Er ist einer von über 7.600 Vietnames*innen, die sich für ein Studium in Deutschland entschieden haben.

→ Informationen zum Studiengang Fahrzeugbau finden Sie hier:



Während die Regierung und die Kommunistische Partei Vietnams, die in dem Einparteiensstaat alles kontrolliert, stets die Bedeutung von Bildung und Forschung für den sozioökonomischen Fortschritt des Landes betonen, gibt es bei den Studiengängen einen Nachholbedarf an Anwendungsorientierung und Praxisbezug, um die Inhalte den Bedürfnissen des Arbeitsmarktes anzupassen. „Da gibt es wirklich eine Kluft und da können deutsche Hochschulen eine ganz große Rolle spielen“, ergänzt er die Hintergründe des HAW.International-Projektes.

EFFIZIENT, ABER UNFLEXIBEL

So unterschiedlich die Länder sein mögen, die Herausforderung ist dieselbe: die Umstellung auf nachhaltige Mobilität. Roller und Motorräder bestimmen in vielen Städten Südostasiens das Straßenbild. In Hanoi wie in Bangkok, Jakarta oder Kuala Lumpur sind die Zweiräder für Millionen Menschen unverzichtbar. „Da ist wahnsinnig viel los, es ist laut und stickig, die verbrauchen fossile Brennstoffe und wenn man dieses Mobilitätsproblem dort lösen kann, dann kann man es auch hier lösen, definitiv“, schildert Engel seine Erfahrungen.

Der Umstieg auf Erneuerbare Energie und auf Elektromobilität könnte die Umweltprobleme der Metropolen dieser Region lösen helfen, die daraus resultierenden Schäden für die Gesundheit verringern und die Lebensqualität der Menschen verbessern.



→ Prof. Dr. Thomas Clemen, Professor für Datenbanken und Künstliche Intelligenz und Prodekan für Internationalisierung und Digitalisierung. Tel. +49.40.428 75-8003 thomas.clemen@haw-hamburg.de

→ Zweiräder bestimmen das Straßenbild. In Vietnam kommen auf 1.000 Einwohner 450 Motorräder, aber nur sieben Autos. Das Potenzial, die Luft- und Lebensqualität in den Städten durch Elektromobilität zu verbessern, ist groß.

In Projekten wie HaMoNee sollen solche Lösungen durch die Kombination von deutschem und vietnamesischem Know-how gemeinsam konzipiert und erarbeitet werden.

Dass es sich nicht um eine Einbahnstraße handelt, zeigen die COVID-19-Pandemie und die jüngste Flutkatastrophe. „Was wir in Deutschland gerade in der Pandemie lernen konnten, ist erst mal, wie man relativ flexibel mit solchen Situationen umgeht. Der Mangel an Flexibilität ist auch etwas, das Vietnamesen bemängeln, wenn sie in Deutschland sind, so sehr sie das Land auch lieben. Da ist sicherlich einiges dran“, so Hase-Bergen. Anpassungsfähigkeit sei im Zeitalter des schnellen Wandels von entscheidender Bedeutung. Vietnam ist seit Langem von ähnlichen Unwetterkatastrophen durch den Klimawandel betroffen und laut Hase-Bergen „geht es gar nicht darum, nur gegen die Auswirkungen des Klimawandels anzukämpfen, sondern sich zu entwickeln und sich an die kommenden Veränderungen anzupassen“.

Viele vietnamesische Studierende verbinden Eigenschaften wie Zuverlässigkeit und Disziplin mit Deutschland. Der hohe Stellenwert der Ausbildung an deutschen Hochschulen wird auch in einer DAAD-Publikation zum 45. Jahrestag der Aufnahme diplomatischer Beziehungen beider Länder im Jahr 2020 deutlich. Die Broschüre mit dem Titel „Alumni-Karriere – made in Germany“ porträtiert 14 Vietnamesinnen und Vietnamesen, die von ihren Erfahrungen in Deutschland berichten und davon, was sie gelernt und nach Vietnam mitgebracht haben. Was man da noch häufig liest sind Begriffe wie Effizienz, Wirklichkeit, Transparenz, Zielorientiertheit, intrinsische Motivation, Kritikfähigkeit.

„Das sind teilweise typisch westliche Werte, die man hier nicht im gleichen Maße hat. Intrinsische Motivation zum Beispiel ist etwas, das es hier manchmal weniger gibt. Wenn hier Kooperationen entstehen, fragt man oft erst mal, wo denn der eigene persönliche Vorteil ist“, erklärt Stefan Hase-Bergen.

Gerade die Kombination aus den Stärken der Kultur beider Regionen ist das Erfolgversprechende der Kooperation im Rahmen des HaMoNee-Projektes. Die zunehmende Attraktivität Vietnams und sein Potenzial als Investitionsstandort der Zukunft seien, so Clemen, das, wovon alle Projektpartner profitieren werden. Außerdem: „Die Rolle Vietnams als Moderationspartner im Umgang mit China ist sicherheitspolitisch sehr relevant. Das spielt auch für die Forschung und für die Lehre eine Rolle. Ich bin mir ganz sicher, dass wir von der Fakultät TI noch sehr viel Engagement in und mit Vietnam haben werden.“ ■

PROF. DR. THOMAS CLEMEN IM GESPRÄCH: WARUM INTERNATIONALISIERUNG FÜR DIE FAKULTÄT TI UND IHRE STUDIERENDEN WICHTIG IST.

Wie würden Sie den Nutzen internationaler Zusammenarbeit für die HAW Hamburg definieren?

Thomas Clemen: In turbulenten Zeiten wie diesen ist es besonders wichtig, dass Studierende und Lehrende in den internationalen Austausch gehen, um zu erkennen, dass auf der anderen Seite Menschen sind wie sie selbst, unabhängig davon, woher sie kommen. Es ist wirklich berührend, auf der Facebook-Seite „HAW-International“ mit den Bildern und Testimonials zu sehen, wie sich durch den internationalen Austausch Freundschaften bilden. Das ist etwas, das Toleranz fördert.

Durch den Austausch entsteht etwas, das eine Gesellschaft verändern kann. Und das sollte unser Ziel an der Hochschule sein. Es geht nicht allein darum, einzelne Studierende mit unserem Wissen auszustatten, sondern darum, tatsächlich auch eine gesellschaftliche Verantwortung zu übernehmen.

tenz im fachlichen Bereich steht ganz stark neben interkulturellem Austausch – Soft Skills, Sustainability, Verantwortung, Social Responsibility und allem, was damit einhergeht. Von international agierenden Unternehmen hören wir: Das ist, was zukünftig gebraucht wird. An der Fakultät TI setzen wir deshalb aktuell eine neue Strategie um, mit der wir uns verpflichten, Nachhaltigkeit und gesellschaftliche Verantwortung in unseren Studiengängen zu übernehmen.

Um das 50-Prozent-Ziel zu erreichen, brauchen wir ganz viel persönliches Engagement. Wenn wir Lehrende und Forschende für bestimmte Länder und Universitäten begeistern können, dann entsteht eine Art Multiplikatoreffekt. Ich habe zum Beispiel auf den letzten Reisen fast immer Kolleg*innen mitgenommen, in der Hoffnung, dass sie „Blut lecken“ und selbst sehen, wie wertvoll diese persönlichen Kontakte sind. Sie werden dann

ohne dass man großartig eine Strategie dafür braucht. Um das 50-Prozent-Ziel der Bundesregierung zu erreichen, müssen wir uns auf Partnerschaften fokussieren, bei denen es auf beiden Seiten wirklich das Interesse gibt, diese Partnerschaft zu leben und auch viele Studierende zu schicken und aufzunehmen.

Das ist sicherlich nicht immer einfach. Gab es in Ihrer Erfahrung die eine oder andere Fallgrube?

Ich nehme Vietnam als Beispiel, wobei man natürlich nicht alle Vietnamesen über einen Kamm scheren darf. In der vietnamesischen Kultur ganz allgemein sagt man nicht „Nein“, sonst verliert man das Gesicht und sagt damit aus, „das ist nicht gut gewesen“. Man bekommt also keine klare Aussage. Wenn man dann unter vier Augen spricht, sagen die Partner einem: „Das kann nicht funktionieren, weil die Grundlagen dafür gar nicht da sind.“ Dann fragt man: „Warum hast du das nicht gleich gesagt?“ – „Ja, dann würde ich mein Gesicht verlieren.“ Das sind Dinge, die es natürlich in allen Ländern gibt. Wenn ich mit etwas amerikanischer Attitüde Mails nach Südafrika schreiben würde, dann würden die Kolleg*innen dort mir nie antworten. In den USA schreibt man: „Ich brauch das und das bis heute Nachmittag“ – ohne Anrede, ohne irgendwas. Das nimmt auch keiner krumm. Aber in Afrika ist es zum Beispiel ganz unhöflich, direkt auf den Punkt zu kommen. Man fragt immer erst mal „Wie geht es der Familie?“, „Wie geht es den Kindern?“. Selbst an der Kasse im Supermarkt, wenn hinter einem die Leute warten, ist es ganz normal, dass man sich zunächst unterhält. In den USA, fragt man zwar auch „How are you?“, aber man möchte eigentlich keine Antwort haben, schon gar nicht ein „Not so well“. Sowas kann man zwar im Rahmen eines interkulturellen Trainings vermitteln. Aber es ist natürlich viel nachhaltiger und auch persönlich viel bereichernder, die kleinen Nickigkeiten und lustigen Dinge einfach selbst zu erleben. ■

„Es geht darum, tatsächlich eine gesellschaftliche Verantwortung zu übernehmen.“

PROF. DR. THOMAS CLEMEN

Gibt es eine bestimmte Strategie, die die Fakultät Technik und Informatik in puncto Internationalisierung verfolgt und wie wird diese umgesetzt?

Die Bundesregierung hat zusammen mit den Bundesländern vor einigen Jahren das Ziel formuliert, dass 50 Prozent der Studierenden internationale Erfahrungen sammeln sollen. Dann haben Dr. Thomas Flower als Dekan und ich festgelegt, dass sich Studierende im Ausland über längere Zeit mit den täglichen Gegebenheiten beschäftigen müssen – etwa eine Wohnung zu suchen oder einkaufen zu gehen. Der reine Transfer von Expertise und Kompe-

selbst zu einer Art Zugpferd – genau wie mein Kollege Dirk Engel, der selbst Interesse an Vietnam hat und daran, international zu arbeiten. Mit seinem persönlichen Engagement zieht er ein solches System mit. Ich selbst forsche in der Systemtheorie und wir wissen aus diesem Forschungsbereich, dass es eine „kritische Menge“ gibt – einen sogenannten „Kippunkt“ –, bei der ein System komplett auf die andere Seite fällt. Wenn wir eine kritische Masse von Lehrenden, Forschenden und Studierenden haben, die Lust haben, sich international zu betätigen, dann sind wir plötzlich eine internationale Hochschule,

3,5 Windräder pro Wasserkocher

**EIN STURM AUF DEM MARS HAUT NIEMANDEN UM.
DIE LUFT IST ZU DÜNN. TROTZDEM WÄRE WINDKRAFT AUCH
DORT EINE DENKBARE ALTERNATIVE ZU ATOMSTROM.**

HEINRICH GROSSBONGARDT

TEXT:

H

„Houston, wie haben ein Energieproblem.“ Sollte es der Mensch in den nächsten 15 oder 20 Jahren auf den Mars schaffen, dann wäre diese abgewandelte Variante des berühmten Funkspruchs von Apollo 13 genau die Art Nachricht, die man auf der Erde nicht empfangen möchte. Eine Energiekrise wäre der Horror, denn ohne Strom gibt es auf unserem Nachbarplaneten kein Überleben. Wie sonst sollte man die künstliche Atmosphäre erhalten, die es Mars-Astronauten ermöglicht, die rund eineinhalb Jahre zu überstehen, die der Aufenthalt zwangsläufig dauern muss, bis Erde und Mars auf ihren Umlaufbahnen wieder eine Konstellation erreicht haben, die einen Rückflug erlaubt.

Von Satelliten bis zur Internationalen Raumstation nutzt man für die Stromerzeugung Photovoltaik. Für die Versorgung einer Marsstation wäre ein eigener kleiner Solarpark wohl ebenfalls das Mittel der Wahl. Er müsste bei gleicher Leistung allerdings größer ausfallen als auf der Erde, denn auf dem Mars kommt pro Quadratmeter nur etwas weniger als halb so viel Sonnenlicht an wie auf der Erde.

Zur Versorgung von Lebenserhaltungssystemen, Kommunikationstechnik, Forschungsausrüstung und was sonst noch zu einer kleinen Marsstation gehören würde, braucht man etwa 80 Kilowatt elektrischer Leistung. „Das sind etwa 40 Wasserkocher, ist also sehr überschaubar“, sagt Prof. Dr. Vera Schorbach, Professorin für Windenergie und virtuelle Produktentwicklung an der HAW Hamburg. Sie untersucht mögliche Lösungen für ein sehr spezielles Problem einer Marsmission: Staubstürme.

Von Zeit zu Zeit ereignen sich auf dem Mars gewaltige Stürme, die so viel feinen roten Staub aufwirbeln, dass der ganze Planet davon eingehüllt ist. Sie sind sogar von der Erde aus zu erkennen. „Dann können Sie mit einem Teleskop nicht mal mehr die Polkappen erkennen“, beschreibt sie dieses Phänomen. Das Problem ist dabei weniger, dass sich der Staub auf die Sonnenzellen legt. Das ist für sich genommen kein gravierendes Problem. Die Besatzung einer Marsstation müsste dann einfach nur raus zum gemeinsamen Staubwischen. Viel gravierender ist, dass der Staub die Sonne verfinstert, sodass die Leistung eines Solarparks auf dem Mars in die Knie ginge, nicht nur für ein paar Stunden oder Tage, sondern für mehrere Wochen und damit länger, als man mit einem Akku überbrücken könnte.

Könnte man das mit Windkraft überbrücken, fragte sich die Professorin. Zwar hat die NASA im Rahmen des Projektes Kilopower einen kleinen Atomreaktor mit bis zu zehn Kilowatt Leistung entwickelt. Aber es wäre natürlich viel besser, wenn man das Energieproblem anders lösen könnte. Immerhin ist mit Raketenstarts auch heute noch ein nennenswertes Risiko verbunden. Geht etwas schief, landet die Nutzlast nicht planmäßig im Orbit, sondern unsanft auf der Erde.

ERNÜCHTERNDES ERGEBNIS

Auf den ersten Blick bläst der Wind auf dem Mars durchaus stark genug, um Strom zu erzeugen. Die Windgeschwindigkeiten erreichen im Herbst bis zu zehn Meter pro Sekunde und in den Staubstürmen sogar das Dreifache. Allerdings würde selbst der heftigste Sturm keinen Mars-Astronauten von den Beinen pushten. Die Atmosphäre ist nämlich sehr dünn. Der Luftdruck beträgt nur etwa sechs Millibar, etwa so viel wie auf der Erde in 35 Kilometern Höhe. Die Luftdichte ist 70-mal geringer als auf der Erde. Die Folge: Die Energieausbeute eines Windrades wäre einigermaßen mickrig.

Schorbach hat Anlagen verschiedener Größe durchgerechnet. Bei einer angenommenen Nabenhöhe von zehn Metern wären 142 Windräder nötig, um die

Energielücke während eines Staubsturms zu schließen. „Das war total ernüchternd“, erzählt sie. „Ein fetter Windpark und man kriegt mit Ach und Krach 80 Kilowatt raus!“ Natürlich könnte man höhere Masten nehmen. Aber mit der Größe wachsen die Anforderungen an das Gerät für den Aufbau und an die Verankerung im Boden, sodass das schnell unrealistisch wird.

Tot ist die Idee der Windkraft auf unserem Nachbarplaneten damit aber noch nicht. In Nordfriesland wird derzeit die erste Flugwindkraftanlage erprobt, ein riesiger Drache dessen Seil beim Aufstieg einen Generator antreibt. Etwas Ähnliches hält die Windenergie-Forscherin auch auf dem Mars für denkbar. „Das ist eine sehr vielversprechende Technologie. Man könnte 90 bis 95 Prozent des Gewichts sparen. Das wäre für eine Marsmission perfekt“, sagt sie. Immerhin hat die NASA bei ihrer aktuellen Mission mit dem Mars-Helikopter namens Ingenuity nachgewiesen, dass man auf dem Mars sogar fliegen kann.

So spannend das Thema auch ist, der Kern der Forschungsarbeit von Vera Schorbach ist sehr irdisch. Sie ist Teil des CC4E (Competence Center für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz) der HAW Hamburg, in dem zur Energiewende geforscht und gearbeitet wird. Gerade hat sie im Rahmen eines umfangreichen

Forschungsprojektes mit dem Partner Siemens Gamesa die Frage beantwortet, ob Generatoren mit zwei Rotorblättern bei großen Offshore-Anlagen besser wären als die heute üblichen Dreiblattanlagen. Sie wären es.

Das Thema Klimawandel hat die heute 41-Jährige schon interessiert, als sie neun Jahre alt war. Sie hatte gelesen, dass CO₂ ein Treibhausgas ist. Und das hatte Folgen: „Ich habe Maschinenbau studiert mit dem Ziel, die Welt zu retten.“ Als junge Diplomingenieurin ging sie zum Daimler-Konzern und half, die erste Mercedes B-Klasse mit Brennstoffzelle und Wasserstoffantrieb zu entwickeln. Damit war sie ihrer Zeit mehr als ein Jahrzehnt voraus. Und wer weiß, vielleicht ist sie es ja auch mit ihren Überlegungen zur Nutzung der Windenergie auf dem Mars. ■



→ Prof. Dr. Vera Schorbach ist seit 2016 Professorin für Windenergie und virtuelle Produktentwicklung. Tel. +49.40.428 75-8751 vera.schorbach@haw-hamburg.de

DEUTSCHLAND

Unverblümt direkt zur Sache

UNS DEUTSCHEN WERDEN PÜNKTLICHKEIT, VERLÄSSLICHKEIT UND SACHLICHKEIT ZUGESCHRIEBEN. UND DASS WIR UNSERE KRITIK IM ALLGEMEINEN OHNE UMSCHWEIFE ÄUSSERN. FÜR STUDIERENDE, DIE IN EINER KULTUR GROSS GEWORDEN SIND, IN DER MAN MEHR WERT AUF VERBINDLICHKEIT LEGT, IST DAS DURCHAUS GEWÖHNUNGSBEDÜRFTIG. UND DANN IST DA NOCH DIE SACHE MIT DER SPRACHE.

JOSÉ ALAMOS

LEANDRO LANZIERI
RODRIGUEZ

José Alamos und Leandro Lanzieri Rodriguez kommen aus Südamerika und arbeiten als Doktoranden an der HAW Hamburg. Im RAPstore-Projekt am Department Informatik kümmern sie sich darum, das Open-Source-Betriebssystem RIOT-OS für das Internet der Dinge weiterzuentwickeln.

José Alamos kam erstmals im Jahr 2016 für ein Praktikum nach Deutschland. Er studierte damals Elektrotechnik an der Pontificia Universidad Católica de Chile in Santiago de Chile. „Das Konzept Praktikum, als Bestandteil des Studiums, gibt es bei uns in Chile nicht. Mein Studium habe ich dafür einige Monate auf Eis gelegt“, erzählt er. Während des Praktikums an der Freien Universität Berlin und dem Forschungszentrum Inria Saclay, südlich von Paris kam er erstmals mit RIOT in Kontakt, dem Betriebssystem für das Internet der Dinge. Dort und an der HAW Hamburg wurde das Projekt von einem internationalen Team aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern maßgeblich entwickelt. Seit 2018 ist Alamos festes Mitglied der Internet Technologies Research Group (INET) rund um Prof. Dr. Thomas C. Schmidt. Die Gruppe ist schlagkräftig und international sichtbar: Insgesamt sechs wissenschaftliche Mitarbeitende und ebenso viele Studierende arbeiten im RIOT-Team.

Leandro Lanzieri Rodriguez hat seinen Abschluss in Elektrotechnik an der Universidad de Buenos Aires gemacht und stieß – wie Alamos – im Jahr 2018 als wissenschaftlicher Mitarbeiter zur INET-Gruppe. „Ich hatte vorher überhaupt keinen Bezug zu Deutschland“, erzählt Lanzieri. „Doch der Job reizte mich so sehr, dass ich

„Letztendlich geht es um Respekt. Man kann gleichzeitig freundlich sein und direkt.“

LEANDRO LANZIERI, DOKTORAND

kurzerhand hierhergezogen bin.“ Begonnen haben beide als wissenschaftliche Mitarbeiter, inzwischen promovieren sie an der HAW Hamburg im Rahmen einer kooperativen Promotion mit der Freien Universität Berlin.

Sowohl Alamos als auch Lanzieri waren überrascht, dass man außerhalb des akademischen Kontextes mit Englisch nicht weit kommt. „Aktuell habe ich Handwerker in meiner Wohnung – wenn ich kein Deutsch sprechen würde, wäre ich aufgeschmissen“, erzählt Lanzieri. Daher haben die beiden von Anfang an Wert darauf gelegt, eine neue Sprache zu lernen: Deutsch.

FORSCHERPOWER FÜR MINIPOWER

An der Hochschule arbeiten sie daran, ein frei zugängliches Open-Source-Betriebssystem für Geräte des sogenannten Internet of Things (IoT), des Internets der Dinge, weiterzuentwickeln und zu verbessern. Damit ist ein Netzwerk von Objekten, Geräten und Systemen gemeint, die miteinander vernetzt sind und Daten austauschen, beispielsweise eine sich selbst regulierende Heizung, die die Temperatur selbstständig senkt, wenn niemand mehr im Haus ist.

Das Problem dabei: Jedes Unternehmen macht sein eigenes Internet der Dinge. Das mache die Nutzenden von den Herstellern abhängig, erklärt Alamos. Mit RIOT würden sie dagegen versuchen, eine Art gemeinsame Sprache zu finden, die für alle frei zugänglich ist. So implementiert RIOT beispielsweise Standardprotokolle. Mit ihnen können die batteriebetriebenen Sensorknoten direkt mit dem Internet kommunizieren. „Unsere Implementierungen sind Open-Source-Software“, erklärt Lanzieri. „Sie werden sogar herangezogen, um den Standardisierungsprozess der Internet Engineering Task Force weiterzuentwickeln.“ Diese Organisation kümmert sich darum, das Internet technisch zu verbessern. Derartige Open-Source-Lösungen sind vor allem für Start-ups oder Bildungseinrichtungen ohne große finanzielle Polster wertvoll, da sie direkt, schnell und kostenfrei eingesetzt werden können.

Der Fokus von Alamos und Lanzieri liegt auf sogenannten Low-End-IoT-Geräten. Im Gegensatz zu Handys oder smarten Fernsehern sind diese zwar eingeschränkt in Sachen Konnektivität oder Computerkapazität. Dafür können sie mit einer Batterie über Jahre auskommen. Sie eignen sich daher für den Einsatz an Orten ohne Elektrizität, wie



→ Prof. Dr. Thomas C. Schmidt, Professor für Rechnernetze und Internettechnologien/Informatik.
Tel. +49.40.428 75-8452
t.schmidt@haw-hamburg.de

→ Die Internet Technologies Research Group erforscht Technologien und Anwendungen für das Internet der nächsten Generation mit einem Fokus auf Mobilität, Sicherheit und wissensbasierten Systemen.
inet.haw-hamburg.de

→ Infos zum Studiengang Angewandte Informatik:



auf einem Berg. Oder an Stellen, an denen leistungsstarke Geräte schlicht zu groß wären, beispielsweise in intelligenter Kleidung. Während sich Lanzieri damit befasst, dass unterschiedliche Komponenten in sich optimal funktionieren und beispielsweise andere Geräte erkennen und erreichen, hat sich Alamos auf drahtlose Kommunikation über weite Strecken spezialisiert: Wie kann ein Computer mit einem Gerät kommunizieren, das sich 15 Kilometer entfernt auf einem Berg befindet? Und vor allem: Wie funktioniert das ohne WLAN? Dafür befasst er sich mit LPWAN (Low Power Wide Area Network). Damit lassen sich Geräte mit minimalem Energieverbrauch auch über große Distanzen hinweg mit einem Server verbinden.

DEUTSCHE DIREKTHEIT

Inzwischen leben die beiden seit drei Jahren in der Hansestadt und haben sich bereits deutsche Angelegenheiten angeeignet. „Ich kommuniziere viel effizienter als früher“, so Lanzieri. Zu Beginn sei er von der deutschen Direktheit vor den Kopf gestoßen gewesen. „In Südamerika verpacken wir Kritik in abschwächende Floskeln – in Deutschland wird direkt zur Sprache gebracht, wenn was nicht läuft. Inzwischen weiß ich das sehr zu schätzen und bin selbst viel direkter“, erzählt er. „Letztendlich geht es um Respekt. Man kann gleichzeitig freundlich sein und direkt.“

Ob sie die lieb gewonnene neue Heimat nach ihrer Promotion wieder verlassen werden, wissen beide noch nicht: „Das hängt letztendlich von den Jobperspektiven ab, die hier einfach besser sind. Aber ich schließe es nicht aus, wieder zurückzukehren. Meine Familie und meine Freunde vermisse ich schon“, sagt Lanzieri. José Alamos geht es ähnlich: „Hamburg zu verlassen, würde mir sehr schwerfallen. Ich würde gerne im IoT-Kontext weiterarbeiten – wenn nicht als Wissenschaftler, dann vielleicht im politischen Umfeld. Man kann mit dem Internet der Dinge ja tolle Projekte starten. So könnten wir beispielsweise mit vielen vernetzten Sensoren die Luftqualität messen und so langfristig dafür sorgen, dass die Luft in Städten besser wird.“ ■



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Jetzt wird's emotional!

DAS GRÜNDUNGSTEAM VON BEYOND EMOTION HAT EINE MISSION: DAS SPIN-OFF DER HAW HAMBURG WILL MIT KI-BASIERTER SOFTWARE EMOTIONEN LESEN, UND ZWAR BESSER ALS BISHER MÖGLICH. DIE VISION: DIE PFLEGENDEN PERSONEN DEMENTER MENSCHEN ENTLASTEN.

„Wir wollen einen Beitrag leisten und einen Mehrwert für die Gesellschaft schaffen.“

HANNE BUTTING,
MITGRÜNDERIN VON BEYOND EMOTION

TEXT: MARIA ZEITLER

A

Anja macht sich Sorgen. Sie kann sich nicht auf die Arbeit konzentrieren, weil ihre demente Mutter zu Hause lebt und Anja sich ständig fragt, ob es ihr gut geht. Wie kann sie beruhigt ihrer Arbeit nachgehen und ihre Mutter dennoch länger in der vertrauten Umgebung leben? „Emotionserkennung löst all diese Probleme“ heißt es am Ende des Infofilms. Und der findet sich auf der Website des Unternehmens Beyond Emotion, das 2020 als Ausgründung der HAW Hamburg startete.

BISHERIGE EMOTIONSERKENNUNG HATTE SCHWACHSTELLEN

Begonnen hat alles mit einem Fahrrad: Zwei der drei Gründer*innen, Sobin Ghose und Arne Bernin, trafen sich an der HAW Hamburg im Hochschulprojekt EmotionBike. Dort stellten sie schon 2015 fest, dass bestehende Systeme zur Emotionserkennung ihre Schwachstellen haben. Das Projekt bestand darin, dass sich Testpersonen auf einem stationären Fahrradtrainer, dem EmotionBike, in einer virtuellen Welt bewegen. Eine 3D-Kamera erfasste und analysierte ihre Gesichtsausdrücke. Eine der Aufgaben bestand darin, mit dem Fahrrad von einer Insel zur nächsten zu hüpfen. „Wir haben das System so eingestellt, dass sie es nicht schaffen konnten. Frustrierte Menschen fangen an zu lachen – als Mensch erkennt man, dass sie aus Frust lachen, aber die Software sagte: Der Mensch ist glücklich“, erzählt Sobin Ghose, der an der HAW Hamburg studiert und seine Masterarbeit geschrieben hat.

Mitgründer Arne Bernin hat dann in seiner Doktorarbeit weiter in diese Richtung geforscht und bestehende Systeme zur Mimik-Erkennung analysiert. „Ziel war eigentlich nicht, eine eigene Emotionserkennung zu bauen“, sagt Bernin. Doch der Ehrgeiz der beiden war gepackt: Es musste etwas Besseres

geben als mit den unzureichenden psychologischen Modellen zu arbeiten, die nur eine Handvoll Emotionen kennen. „Unsere KI-Software macht es nun andersherum: Sie gruppiert alle ähnlichen Gesichtsausdrücke, die wir einspeisen, und erst wir als Menschen betiteln sie danach, was wir darauf sehen“, erklärt Arne Bernin.

LÖSUNG SUCHT ANWENDUNG

2019 waren dann Forschungsprojekt und Abschlussarbeiten fertig, und es stellte sich die Frage: Was anfangen mit der Idee? „Gar nicht so leicht, wenn man von der Technik herkommt und nicht vom Problem“, sagt Sobin Ghose. In der Automobilbranche und im Marketing wird Emotionserkennung bereits eingesetzt. Diese mit der neuen Lösung zu verbessern, wäre eine Möglichkeit gewesen. Doch das Gründungsteam entschied sich für einen Bereich, der auf den ersten Blick kaum weiter von der Anwendung Künstlicher Intelligenz entfernt sein könnte: die Pflegebranche. →



© Stefan Albrecht

Hanne Butting und Sobin Ghose haben zusammen mit Arne Bernin die Firma Beyond Emotion gegründet.

Kurz gefragt

PROF. DR. KAI VON LUCK STEHT STUDIERENDEN ZUR SEITE, DIE EIN START-UP GRÜNDEN MÖCHTEN.

„Der Austausch mit jungen engagierten Leuten bringt viel Spaß.“

PROF. DR. KAI VON LUCK,
PROFESSOR FÜR INFORMATIK

Was treibt Sie an, junge Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen beim Gründen eines Unternehmens zu unterstützen?

Kai von Luck: Mein Selbstverständnis als Mitarbeiter einer Hochschule – vor allem einer Hochschule für Angewandte Wissenschaften – ist, jungen Menschen beim Weg zu einer Firmengründung zur Seite zu stehen. Ich interpretiere den Praxisbezug meines Berufs nicht nur so, dass wir im Austausch mit bestehenden Unternehmen sind, sondern durch unsere Ausbildung auch dazu beitragen, dass Studierende oder Mitarbeitende unserer Hochschule mit eigenen Ideen und Unternehmen in die Praxis starten. Und: Es bringt mir einfach viel Spaß, mich mit jungen engagierten Leuten auszutauschen.

Warum halten Sie es für wichtig, Ausgründungen von Hochschulen zu unterstützen?

Große Unternehmen haben oft Probleme, die sich anhäufen, und Corona hat das noch verstärkt. Selbst umzusteuern und Transformationsprozesse einzuläuten, ist oft gar nicht so leicht. Das sind schwerfällige Tanker. Manchmal ist es dann einfach gut, wenn innovative Ideen einfach so rauskommen – als Schnellboot – und von den Tankern eingekauft werden. Das ist eine große Chance für Gründende.

Wie stehen Sie den jungen Entrepreneur*innen ganz konkret zur Seite?

Das ist keine offizielle Funktion, die ich da hätte, sondern Unterstützung mit sehr informellem Charakter. Es hat sich einfach so entwickelt. Zunächst einmal helfe ich ihnen, in Master- oder Doktorarbeiten und auch als wissenschaftliche Mitarbeitende die nötige fachliche Reife zu entwickeln. Und dann steht meine Tür immer offen: Wir diskutieren, sprechen über die Ideen, und ich helfe zum Beispiel auch bei Anträgen für Förderungen wie dem EXIST-Gründerstipendium. Ich bin da, wenn man mich braucht.

Was sind Faktoren, die eine Ausgründung erfolgreich werden lassen?

Zunächst ist natürlich eine solide technische Grundlage wichtig. Wenn man in der Hauptsache gern im Keller sitzt und seine Aufgabe abarbeitet, kann das gut sein. Es reicht aber nicht aus, um eine Firmengründung voranzutreiben. Da muss man auch „Rampensau“-Qualitäten haben, um das Projekt oder Produkt auch zu präsentieren.

Was sind Fallstricke, über die junge Gründungswillige stolpern?

Manchmal versteht sich das Team nicht mehr und bricht auseinander. Oder es gibt Differenzen zu Themen wie Finanzierung, Strategie, Kooperationen und öffentlichen oder privaten Geldern. Es ist wichtig, immer zwischendurch zu schauen: Was war ursprünglich geplant und was davon ist eigentlich jetzt erfolgreich und lohnt sich, weiterzuentwickeln? Wenn der gemeinsame Traum floppt, ist manchmal auch der Zusammenhalt weg.

Haben Sie einen Tipp für Gründer aus der Informatik?

Vor allem bei konkreten Produkten geht es auch um Vertrieb und Markteintritt und damit um Überlegungen, die wenig mit Informatik, aber viel mit BWL zu tun haben. Da sind die Leute dann gut beraten, wenn sie sich auch spezialisierte Menschen aus dieser Ecke mit ins Boot holen.

Auch das Team von Beyond Emotion hat es so gemacht. Wie schätzen Sie den Erfolg des jungen Unternehmens ein?

Sie sind auf jeden Fall ein perfektes Team. Arne Bernin und Sobin Ghose als technisch fitte Informatiker: einer ruhiger, der andere eher mit den angesprochenen „Rampensau“-Qualitäten. Und dann haben sie sich noch Hanne Butting als Wirtschaftspsychologin dazugeholt. Ich kann den Markt nicht einschätzen. Aber die rein technische Brillanz der Idee lässt sich nicht abstreiten. ■

„Es gibt nicht so viele Daten von Menschen mit Demenz, mit denen wir die Software testen könnten.“

ARNE BERNIN, GRÜNDER VON BEYOND EMOTION

Der Schritt aus der Hochschule in den Markt bedeutete die Begegnung mit einer anderen Welt. „Wir mussten nach der jahrelangen Forschungsarbeit und Programmierung eine neue Sprache lernen und zum Kunden gehen und fragen, welche Probleme er hat“, erzählt Ghose. Diese neue Sprache zu lernen, dabei hilft ihnen Hanne Butting. Die Wirtschaftspsychologin mit einem Master in Business Consulting komplettiert das Team von Beyond Emotion. Sie bringt ihr Know-how aus Beratung, Prozessoptimierung und Projektmanagement ein und übernimmt alle Aufgaben, die wirtschaftliches Hintergrundwissen erfordern.

SORGE IST EIN STÄNDIGER BEGLEITER

Für ihre Masterarbeit führte Hanne Butting Interviews, in denen sie pflegende Angehörige von Demenzerkrankten befragte: „Es stellte sich heraus, dass Angehörige gestresst sind, wenn sie arbeiten und sich immer Sorgen machen müssen, ob der demente Vater gestürzt ist und wie es ihm geht. Das ist wirklich der Hauptstressfaktor“, sagt Hanne Butting. Ein Stimmungsbenachrichtigungssystem würde helfen: Die Software liest im Gesicht, wie es dem Demenzerkrankten geht. Erkennt sie Schmerz, Angst, Wut, Verwirrung oder ähnlichen Emotionen sendet sie eine Nachricht an die betreuende Person. „Wenn sich Angehörige durch das Tool besser informiert fühlen, nimmt das den Stress raus“, sagt Hanne Butting.

Eingestiegen ist sie in das Unternehmen, weil sie glaubt, dass die Idee wirklich etwas bewegen kann: „Wir wollen einen Beitrag leisten und einen Mehrwert für die Gesellschaft schaffen. Die Software für Marktanalysetools zu nutzen, damit H&M noch fünf T-Shirts mehr verkauft, würde uns nicht motivieren. Aber durch die Benachrichtigung könnten demente Menschen wirklich länger zu Hause leben“, sagt sie. Sich gerade als junge Menschen direkt in die schwierige Lebenssituation dementer Menschen und ihrer Angehörigen hineinzubewegen, kann die drei Gründenden ebenso wenig schrecken, wie bürokratische Hürden der Pflegebranche. Sie sind überzeugt, wirklich etwas verändern zu können. Zumal sie mit Beyond Emotion Datenschutz und Anonymisierung anbieten können, was in der Emotionserkennung, aber gerade in der Pflege und bei dementen Menschen ganz zentral ist. Da die Daten nicht wie bei anderen Anwendungen in die Cloud gestreamt, sondern lokal auf dem Gerät berechnet werden, sind sie nicht so angreifbar. Außerdem erfolgt die Emotionserkennung so, dass der Gesichtsausdruck auf ein anonymisiertes Gesicht übertragen und erst dann ausgewertet wird. →

→ Der Gründungs-Service der HAW hilft, Fördergelder oder -stipendien zu beantragen. Kontakt: **Angela Borchert Jungestraße 10 20535 Hamburg Tel. +49.40.428 75-9880 angela.borchert@haw-hamburg.de**



Mimik ist eine starke Sprache. Beyond Emotion bringt dem Computer bei, sie mithilfe Künstlicher Intelligenz zu verstehen.

→ Informationen zum Studiengang Informatik Master:



FTZ Smart Systems

Das Forschungs- und Transferzentrum Smart Systems (FTZ SMSY) der Fakultät Technik und Informatik an der HAW Hamburg beschäftigt sich in einem ausgewählten Themenspektrum mit der (über-)fachlichen, methodischen und reflexiven Begleitung der Digitalen Transformation. Ausgehend von der Informatik arbeitet ein interdisziplinäres Kollegium bestehend aus Professor*innen, wissenschaftlichen Mitarbeitenden, Promovierenden und Studierenden an Themenfeldern wie Interactive Virtual/Augmented Reality; Ubiquitous & Tangible Interaction; Machine Learning & Data Mining; Science & Technology Studies.

Im Living Place Lab, einem 140 Quadratmeter großen, vollständig ausgestatteten Apartment wird zum Beispiel die Interaktion zwischen Mensch und Maschine in einem intelligenten Haus (Smart Home) unter realitätsnahen Bedingungen untersucht.

Gerade ist das Team dabei, herauszufinden, welche Features Betroffene brauchen und wie die Emotionen der Seniorinnen und Senioren zum Beispiel durch eine Art digitalen Bilderrahmen erkannt werden könnten. Außerdem gibt es eine Bewerbung auf ein Förderprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zusammen mit dem Hamburger Pflegeheim Hospital zum Heiligen Geist. Dort kann das Team auch weiter forschen: „Wir haben allgemein verfügbare Bilder von Gesichtern, aber es gibt nicht so viele Daten von Menschen mit Demenz, mit denen wir die Software testen könnten“, sagt Arne Bernin. Doch auch abseits davon suchen die drei immer interessierte Testpersonen.

Eine von ihnen könnte Susanne Draheim sein. Sie hat selbst demente Angehörige und wusste schon sehr früh von der Idee der Gründer: Sobin

Ein weiteres Labor des FTZ ist der Creative Space for Technical Innovations (CSTI) als die zentrale Plattform für interdisziplinäre Projekte, Kooperationen, Forschungsstudien, Promotionsstudien und Projekten von Studierenden.

Ursprünglich im Bereich Informatik beheimatet, arbeitet das Lab mit zahlreichen anderen Bereichen wie zum Beispiel Mechatronik, Design, Kunst sowie Sozial- und Kulturwissenschaften zusammen. Zu den Kooperationsprojekten gehört zum Beispiel auch das Modellschiff nHAWigatora (siehe Seite 35).

Im autosys research lab wird fachübergreifend an intelligenten robotischen Systemen gearbeitet, zum Beispiel an Robotik für nachhaltige Kreislaufwirtschaft, autonomen Tauchrobotern für Beobachtung der Biodiversität in den Meeren, oder Robotern für die Umsetzung von Mobilitätskonzepten innerhalb von Stadtquartieren. ■



→ Prof. Dr. Kai von Luck ist Leiter des FTZ Smart Systems. Tel. +49.40.428 75-8407 kai.vonluck@haw-hamburg.de

smsy.haw-hamburg.de
csti.haw-hamburg.de



→ Dr. Susanne Draheim leitet mit Prof. Kai von Luck das FTZ Smart Systems. susanne.draheim@haw-hamburg.de

Ghose und Arne Bernin kennt sie, seit die beiden wissenschaftliche Mitarbeiter waren. Draheim leitet im Department Informatik das Forschungs- und Transferzentrum Smart Systems auf dem Gebiet von Mensch-Maschine-Systemen. Neben individueller Beratung haben die Gründer vom FTZ auch Unterstützung in Form einer Serverfarm für Machine-Learning, Ausrüstung, Infrastruktur oder Kontakten bekommen. „Beyond Emotion hat auch den Room for Research an der HAW Hamburg genutzt: Die Räume für Meetings und Workshops sind so ausgestattet, dass junge Gründende dort auch Geschäftspartner empfangen können“, sagt Susanne Draheim. Aktuell berät sie mit den dreien, wie die Zusammenarbeit mit der HAW Hamburg nach Ende des EXIST-Gründerstipendiums weitergehen kann.

EINE APP FÜR PFLEGENDE

Ein wichtiger Berater war auch Informatikprofessor Kai von Luck: „Er ist ein extrem engagierter Professor, der viel Zeit investiert, um seine Studierenden zu unterstützen. Über die Jahre haben wir es sehr genossen, ihn als erfahrenen Mentor an der Seite zu haben“, sagt Sobin Ghose.

Bis zur Jahresmitte 2022 könnte es erste Pilotkunden geben. Eine App für Pflegende zu werden, die durch den nachgewiesenen pflegerischen Nutzen von den Pflegekassen übernommen wird – ähnlich der „App auf Rezept“ –, ist ihr größter Wunsch. Punkten wollen sie dabei mit ihren Alleinstellungsmerkmalen Datenschutz und Anonymisierung. Weil diese wohl in wenigen Bereichen so wichtig sind wie in der Pflege, könnten die drei Gründenden genau damit ihren Erfolg sichern. ■

EXIST-Gründerstipendium

Das Programm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) fördert Studierende, Absolvent*innen und Wissenschaftler*innen, die eine Unternehmensgründung anstreben. Das Stipendium läuft über zwölf Monate: Studierende erhalten bis zu 1.000 Euro und Promovierende 3.000 Euro im Monat. Sachausgaben werden mit bis zu 10.000 Euro (für Teams 30.000 Euro) und Coachings bis 5.000 Euro gefördert. Voraussetzung ist, dass es sich um ein innovatives technologieorientiertes oder wissenschaftliches Produkt mit signifikanten Alleinstellungsmerkmalen und guten Aussichten auf wirtschaftlichen Erfolg handelt.

→ Das Team von Beyond Emotion sucht Testpersonen. Sind Sie interessiert? Tel. +49.40.239 697 43 oder Mail kontakt@beyond-emotion.de



Antrieb Neugier

ALS JUTTA ABULAWI ANFING, MASCHINENBAU ZU STUDIEREN, WAR SIE EINE VON DREI FRAUEN, SPÄTER DIE EINZIGE. INGENIEURE WAREN MÄNNER. ZUM GLÜCK HAT SICH SEITHER EINIGES GEÄNDERT.



INTERVIEW: SILKE UMBACH

Frau Abulawi, die Architektur der HAW Hamburg am Berliner Tor hat ihren Lebensweg geprägt. Wie kam es dazu?

Jutta Abulawi: Unser Campus vereint, offen gesagt, beinahe bizarr Extreme von Baustilen auf engstem Raum. Ich bin nicht nur Professorin an der HAW Hamburg, ich bin auch Absolventin, hier habe ich Maschinenbau studiert. Als ich als Abiturientin hierherkam, um mir die Hochschule anzusehen, stand bereits das Gebäude der Elektrotechnik, das heute auch das Dekanat und die Informatik beheimatet. Dieses Hochhaus wird bestimmt keinen Schönheitswettbewerb gewinnen. Aber es gab ja auch das Backsteingebäude des Maschinenbaus, 1911 erbaut. Und auf dem Rückweg nach Hause ging ich durch dieses schöne Gebäude. Und ich kam heim und habe zu meinem Vater gesagt, dort könnte ich mir das vorstellen, darauf lasse ich mich ein. Wenn es schon Technik sein soll, dann Maschinenbau.

Die Bedingung für das Maschinenbaustudium war damals ein halbjähriges Praktikum. Da mussten Sie dann erst mal durch.

Mein Vater war Elektrotechnikingenieur, und damals war der Maschinenbau wirklich eine Männerwelt, das wusste er natürlich. Und so dachte er sich, wenn ich meine Tochter irgendwohin schicke, wo die Vorurteile zu massiv sind, wird sie ihren Alternativplan verfolgen und Chinesisch in

Heidelberg studieren. Also riet er mir zum Grundpraktikum bei Rotring, dem Hersteller von Tuschefüllern. Die Idee war: Die sind gegenüber den Talenten von Frauen aufgeschlossen, sie wissen, hier zählt das feinmechanische Geschick. Sie beschäftigten auch überwiegend Frauen. Aber natürlich kam ich als angehende Maschinenbauerin nicht in die Produktmontage, ich kam in die Werkzeugmacherei. Und dort gab es nur Männer, Männer in grauen Kitteln. Dort ging es um Drehen, Fräsen, Schleifen, Härten, Erodieren, Schweißen und Löten.

der Metallguss gehöre zu den notwendigen Voraussetzungen. Dann habe ich auch diese Herausforderung angenommen, und es gelang mir innerhalb von zwei Wochen, einen für mich selbst völlig nutzlosen Gegenstand, nämlich einen Aschenbecher, fehlerfrei aus Aluminium zu gießen. In das Studium ging ich trotzdem mit der Vorstellung, dass es schwierig werden würde – nicht, weil wir anfangs nur drei junge Frauen waren und ich am Ende allein war, sondern, weil ich dachte, man kann da leicht durch vieles durchfallen. Aber das geschah nicht.

„Wenn es schon Technik sein soll, dann Maschinenbau.“

JUTTA ABULAWI

War das sehr schwer damals?

Überhaupt nicht, ich wurde überaus freundlich aufgenommen, und ich konnte dort wirklich viel lernen und auch viel machen, obwohl ich ja ohne Vorkenntnisse kam. Als ich dann mit dem Studium beginnen wollte, reichte das aber auf einmal nicht. Der Professor fand, auch

Es ging gut. Dennoch lässt sich die Sache mit den Geschlechtern einfach nicht kleinreden; wenn sie die einzige Frau sind, dann fällt es eben immer auf, wenn sie einmal fehlen oder keinen guten Tag haben. Es gibt keine Möglichkeit, sich zu verstecken. →

Ihr weiterer Weg ist faszinierend, weil er so vielfältig ist.

Ich hatte die Chance, als Fachhochschulabsolventin eine völlig neue kulturelle Erfahrung zu machen, weil ich dank eines DAAD-Stipendiums ein Jahr nach Cambridge ging, als Postgraduate. Dort ist es selbstverständlich, Uni-Sport zu treiben, eine Sprache zu lernen – in meinem Fall Arabisch, die Muttersprache meines Mannes –, einen weiten Horizont anzustreben. In Cambridge wäre es mit meinem FH-Diplom auch kein Problem gewesen, zu einer Dissertation überzugehen. Es war für mich nur nicht finanzierbar. Schließlich habe ich, nach Stationen in der Industrie, an der Helmut-Schmidt-Universität hier in Hamburg promoviert. Unsere Kinder waren längst geboren und es war eine Anstrengung, aber sie war es wert.

Was waren typische Hürden, die Sie überwinden mussten?

Es war Wirklichkeit, dass es einem als Frau etwa in der Luftfahrtindustrie – MBB, heute Airbus, war eine Station auf meinem Weg – nach einer erfolgreichen Bewerbung passieren konnte, dass der neue Abteilungsleiter sagt: „Mich hat keiner gefragt, ich will Sie nicht haben.“ Ebenso real war, dass man mit kleinen Kindern im Lebenslauf Bewerbungen manchmal schneller zurückbekam, als man sie abgeschickt hatte. Ich erlebte aber auch das genaue Gegenteil: Als es ganz schwierig war, stieß ich auf eine Stellenanzeige von Rotring, wo alles begonnen hatte. Und wurde von einer Tochtergesellschaft eingestellt, für etwas ganz anderes als erwartet: Robotikanwendungen und Gleichstromantriebe. Also fing ich noch einmal ganz neu an, und ich bin zwölf Jahre geblieben. Dort fand es der Geschäftsführer absolut normal, dass Menschen Familien gründen und Kinder bekommen, dass das jedem zusteht. Deshalb waren Erziehungsurlaub und Rückkehr nie ein Problem. Siehe da, es geht!



→ Prof. Dr. Jutta Abulawi ist Professorin für CAD und Systems Engineering im Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau. Tel. +49.40.428 75-7864 jutta.abulawi@haw-hamburg.de

Ihre reiche Erfahrung verdanken Sie auch der Tatsache, dass Sie nie eine Ideal-Karriere am Reißbrett entwerfen wollten, scheint mir.

Nein, es gab Vorstöße, Rückzieher, Umwege und Zickzack-Bewegungen. Dass ich Professorin wurde, verdanke ich der Tatsache, dass es eine Ausschreibung gab, die genau auf mein Profil passte, ohne dass mich jemand im Sinn hatte. Ich habe diese Chance angenommen, weil sie zu dem passt, was mich immer angetrieben hat, extreme Neugier, Dinge zu verstehen, aber auch Menschen zu verstehen und was sie antreibt.

Wie prägt Ihr Weg Ihren Blick auf die Studierenden von heute?

Manches ist einfacher, viele, eigentlich selbstverständliche Rechte werden verwirklicht; man darf sein, wer man ist und lieben, wen man möchte. Das sind gute Entwicklungen. Es hat sich viel verändert, im Luftfahrzeugbau etwa gibt es viel mehr weibliche Absolventinnen. In der Umwelttechnik und der Verfahrenstechnik sind es richtig viele. Ich wünsche mir, dass alle Studierenden erreichen können, was sie sich wünschen. Und ich verstehe auch gut, wenn ihre Generation unsere Generation kritisch fragt, was habt ihr mit der Welt gemacht, so kann es nicht weitergehen – deshalb hoffen wir ja, sie so ausbilden zu können, dass sie die besseren, die verträglicheren Technologien der Zukunft, erschaffen können. ■



Forschungsschiff im Wunderland. Die nHAWigatora steckt voller Sensoren und Intelligenz.



Hinter Elphi und HafenCity im Kleinformat stecken Hightech und viel Liebe zum Detail.

AUTONOMES SCHIFF

Ganz klein auf großer Fahrt

FÜR HAMBURG ALS REISEZIEL IST DAS MINIATUR WUNDERLAND EIN GLÜCKSFALL. FÜR DEN FORSCHUNGSSTANDORT HAMBURG AUCH. DENN FÜR WISSENSCHAFTLER*INNEN IST ES EINE IDEALE SPIELWIESE, UM IM KLEINEN TECHNOLOGIEN ZU ENTWICKELN, DIE IM GROSSEN UNSERE MOBILITÄT VERÄNDERN WERDEN. →



S TEXT: SILKE UMBACH

Selbst die größten Abenteuer können winzige Helden haben. Und in Zeiten, in denen Maschinen lernen und selbstständig handeln können, müssen deren Protagonisten nicht mehr unbedingt Menschen oder heroische Fabeltiere sein. Eine Vision, die Prof. Dr. Tim Tiedemann, Spezialist für Intelligente Sensorsysteme an der HAW Hamburg, und sein Team von einer Heldentat im Kleinstformat haben, ist die Landung einer Lufttaxi-Drohne auf einem fahrenden Schiff. Gibt es doch heute schon? Nicht, wenn die Drohne ohne Fernsteuerung auf sich selbst gestellt ist und auch das Schiff seinen Weg allein findet. Und erst recht nicht, wenn es sich um ein Schiff im Maßstab 1:100 handelt und auch das Lufttaxi kleiner ist als eine Spielzeug-Drohne.



© H. Burau, F. Stark, T. Schmirpel/HAW Hamburg

Die nHAWigatora ist etwa einen Meter lang. Sie wird von zwei Raspberry-Pi-Computern gesteuert. Sie vermisst ihre jeweilige Umgebung mit einem Lidar-Laserscanner, trägt Infrarot-Entfernungsmesser rund um die Reling und „sieht“ mittels Farbkamera auf einem Turm am Heck. Elektrisch angetrieben fährt das Schiff wie seine großen Vorbilder mit Heckpropeller und Querstrahlrudern. Großen Anteil an

Das Experimentalschiff entdeckt so eine faszinierende Versuchsumgebung für sich, und zugleich treffen hier zwei Technik-Philosophien aufeinander: Die Forschenden haben sich zum Ziel gesetzt, die gesamte intelligente Elektronik, Antrieb und Energiequelle in möglichst kleine Fahrzeuge zu integrieren – Miniatur-Autonomie heißt das Konzept. Die Wunderland-Tüftler hingegen steuern

„Sie benutzen unser Land wie einen Spielplatz, auf dem sie dann mit ihren autonomen Fahrzeugen unterwegs sind.“

DANIEL WOLF, MINIATUR WUNDERLAND

Die Bühne, auf der dieses Artistenstück einmal aufgeführt werden soll, ist weit über Deutschlands Grenzen hinaus berühmt: das Miniatur Wunderland in der Speicherstadt des Hamburger Hafens. Es ist nicht nur eine der größten Touristenattraktionen Hamburgs, es ist auch ein Experimentierfeld ganz nach dem Geschmack von Tim Tiedemann und seinem Kollegen Prof. Dr. Stephan Pareigis. Beide erforschen an der HAW Hamburg Aspekte autonomer Mobilität.

Hier, in der größten Modellbahn-Anlage der Welt, mit eigenem Straßen- und Wasserwegenetz, hat das miniaturisierte Frachtschiff aus der Experimentier-Werft der HAW Hamburg schon so manche große Fahrt unternommen.

seiner Fortentwicklung haben Studierenden-Gruppen, deren Projekte hier im Wunderland ihre Wasserprobe bestehen: „Sie benutzen unser Land wie einen Spielplatz, auf dem sie dann mit ihren autonomen Fahrzeugen unterwegs sind. Zunächst war es nur das Schiff, dann kamen Autos dazu und schließlich noch die Flugdrohne“, sagt Daniel Wolf, Miniatur-Software-Entwickler am Miniatur Wunderland. Sein Team hat viel zu bieten: Ein 30.000-Liter-Echtwasserbecken mit Tidenhub, Hafenanlagen und Felseninsel und jede Menge Schiffsverkehr ist in eine skandinavische Fjordlandschaft eingebettet. Um etwa die Gezeiten zu erzeugen, werden binnen acht Minuten 2.500 Liter Wasser durch Pumpen umgewälzt.

ihren Fuhrpark zentral, während ihre Fahrzeuge auf geringen Energieverbrauch und maximale Ausdauer getrimmt sind. Beide Konzepte wird es künftig auch in der großen, echten Welt des Verkehrs geben: volle Koordination des Schienenverkehrs zum Beispiel mit zentraler Überwachung, aber auch autonomen Fahrzeugverkehr jeder Art. Viele Miniaturisierungsimpulse stammen aus jahrelanger Erfahrung mit Landfahrzeugen – immer winziger wurden die Autos im Laufe der Zeit, immer kleiner und leichter Elektronik und Sensorik, längst gibt es selbstfahrende Miniatur-Pkws, für die zum Maßstabsvergleich ein Zwei-Euro-Stück genügt.

Auch im Wettbewerb hat sich der Fuhrpark vom Berliner Tor, zur Freude der zahlreich beteiligten Studierenden, bewährt: „Regelmäßiges Highlight ist der Carolo-Cup, den die TU Braunschweig jährlich ausrichtet“, sagt Stephan Pareigis. „Dort treten unsere Fahrzeuge gegen die Konzepte anderer Teams an.“ Der Kampf um die Trophäen erfordert autonome Parcours-Fahrten, Hindernisvermeidung und Einparken, allerdings nicht so eine radikale Miniaturisierung wie die Maßstäbe der nHAWigatora (1:100) oder des Wunderland-Standards H0 (1:87): Die Carolo-Konkurrenten sind „nur“ zehnmal kleiner als ein echtes Auto.

Jeder kann heute im Alltag täglich erleben, wie mächtig miniaturisierte Technik bereits ist: Aktuelle Smartphones enthalten Kameras und Mikrofone, GPS-Lokalisation, Näherungs-, Beschleunigungs-, Umgebungslicht- und Rotations-sensoren, elektromagnetische Sonden und einen digitalen Kompass. Sensorik in kleinster Form ist bereits marktüblich – in bewegliche Systeme verbaut, lässt sich das Experimentieren mit ihnen aber regelrecht auf die Spitze treiben. Denn sie bewegen sich, wie das Schiff, die Drohne oder das Mikro-Auto durch die reale, physische Welt.

KLEIN MACHT FREUDE

Stephan Pareigis sagt, warum gerade das für die Forschung so fruchtbar ist: „Algorithmen und Konzepte lassen sich in der Computer-Simulation gut testen, mit Millionen Berechnungen pro Sekunde. Aber eine Lücke bleibt, der sogenannte Sim-to-Real-Gap, der Simulations-Realitäts-Spalt, die Lücke zwischen Simulation und Wirklichkeit. Es ist eine alltägliche Erfahrung: Wenn man etwas simuliert hat, funktioniert es oft in der Realität doch nicht wie erwartet, aus irgendeinem nicht vorhersehbaren Grund. Deshalb funktioniert wissenschaftliches Arbeiten nach wie vor so, dass wir immer wieder in kleinen Laborversuchsaufbauten unsere Verfahren testen und die Resultate analysieren.“ Ganz gleich, ob zu Lande, zu Wasser oder in der Luft – die großen Fragen sind immer: Funktioniert alles so, wie es zu →

KRAFT AUS DER NABE: PROF. DR. TANKRED MÜLLER UND SEIN TEAM ENTWICKELN INNOVATIVE ELEKTROMOTOREN

Auf so manchem Flur der HAW Hamburg kann man gelegentlich ein Roboterfahrzeug umherfahren sehen. Es besitzt diverse Sensoren, orientiert sich eigenständig und kann mittels Greifarm Türen öffnen. Womit haben wir es da zu tun?

Tankred Müller: Husky ist eine kommerzielle Fahrzeug-Plattform, die unsere Kollegen des Projekts TIQ, das sich mit Quartiersmobilität befasst, mit diesen Fähigkeiten aufgerüstet haben. Auch für unsere Arbeitsgruppe sind Fahrzeuge dieser Art reizvoll. Wir entwickeln neue elektrische Antriebe dafür.



Husky kann sich Türen öffnen.

Was macht Ihre Antriebe besonders?

Ein gutes Beispiel ist der miniaturisierte Radnabenmotor: Ich nehme das Rad aus der Felge heraus und baue eine Sonderfelge in das Fahrzeug ein, die das Rad direkt an der Nabe antreibt. Sie brauchen nun keinen platzraubenden Motorraum mehr im Fahrzeug, keine Wellen für die Kraftübertragung und auch kein Differential, das die gelenkten Räder in der Kurve unterschiedlich schnell dreht. Die entfallenen Komponenten bauen wir elektronisch nach, sie regulieren dann den Antrieb. Wir möchten den Antrieb sehr leise machen und sehr präzise

steuerbar gestalten. Er soll ohne Getriebe auskommen und abgesehen von den Lagern keine weiteren mechanischen Teile benötigen.

Worum geht es bei der Quartiersmobilität?

Mit „Quartier“ sind städtische Wohngebieten gemeint. Das Auto wird dort heute noch benötigt: Wenn Sie zwei Getränkeboxen und einen normalen Einkauf machen, würden die meisten es nutzen, obwohl es eigentlich überdimensioniert ist. Ein großer Vorzug beim Radnabenantrieb ist, dass wir damit sozusagen beliebige Boxen in Fahrzeuge verwandeln können. Sie bauen quasi zwei Radnabenantriebe ein, die entsprechende Steuerung, und dann fährt die Last.

Ich würde künftig autonomen Bierkasten begeben?

Natürlich war das vereinfacht dargestellt, aber die urbanen Transportaufgaben ließen sich so auf vielfältige Weise lösen. Nehmen Sie etwa an, Sie fahren auf dem Rad und Ihre Einkäufe folgen Ihnen.

Viele Skeptiker von Elektroantrieben sorgen sich ständig um Akkukapazitäten, wie ist das hier?

In der Stadt, mit kleinen Fahrzeugen, die nicht sehr weit unterwegs sind, sehe ich das heute nicht mehr als Problem. Ein radnabengetriebenes autonomes Kleinfahrzeug würde bereits heute sehr gut mit einer Batterieladung durch den Tag kommen. ■



→ Prof. Dr. Tankred Müller ist Professor für Elektrotechnik und Elektrische Antriebstechnik. Tel. +49.40.428 75-8776 tankred.mueller@haw-hamburg.de



Die norwegische Yara Birkeland ist das erste autonom betriebene Frachtschiff der Welt.

erwarten wäre? Überraschungen sind dabei Experimental-Alltag, aber auch Inspiration. Die Miniatur-Autonomie liefert Forschenden die Realwelt-Erfahrungen kostengünstig, dank kleiner bewegter Massen ohne großes Unfallrisiko und auf einem reizvollen intellektuellen Niveau. Etwas immer kleiner zu machen, bringt schließlich nicht nur Erkenntnis, sondern auch Forschungsfreude.

Auch wegen der besonderen Herausforderungen: „Wir haben gelernt, dass man für die Miniatur-Autonomie vieles ganz neu denken muss“, sagt Tim Tiedemann. „Wir müssen viele neue Wege gehen, neue Algorithmen und Lösungsverfahren finden, die man in einem normalen Auto auf der Straße so nicht

bräuchte, weil Sie dort einen großen, starken Rechner hineinpacken können, der Ihre Probleme dann schon lösen wird. Und zur Not packen Sie eben noch fünf Kameras hinzu.“ Im Streichholzschachtel-Format gibt es solchen Luxus nicht, dafür aber Herausforderungen wie maximale Energieeffizienz und Eleganz der schlanken Lösungen: „Die Idee ist, dass wir Lösungen finden, die unser Schiff sicher von Position zu Position bringen, dabei aber einfacher, verlässlicher und robuster sind als solche, die zehn große Rechner und fünf Kameras verwenden.“ Wobei die nHAWigatora, obwohl gegenüber einem echten Frachtschiff hundertfach verkleinert, sogar noch recht großzügig Platz bietet.

„Wir möchten auch einen autonomen Bus oder einen Lkw im Wunderland-Format bauen, das wäre so etwa das kleinste System, dem wir momentan eine echte Autonomie zutrauen“, sagt Tiedemann.

GANZ OHNE KAPITÄN

In der großen Welt, der kommerziellen Seefahrt, ist die intelligente Schiffs-Automatisierung ein Trendthema. Selbstständig fahrenden oder zumindest teilautonomen Schiffen wird unter anderem zugetraut, innovative Elektroantriebe höchst effizient nutzen zu können. Sie könnten, etwa in Skandinavien, ineffiziente Straßenverbindungen längs der langen Küsten durch einen sicheren und umweltfreundlicheren Seetransport ersetzen oder auf Fernrouten in Schwärmen verkehren. Experimentalschiffe, sozusagen die großen Geschwister der nHAWigatora, gibt es bereits. Die Yara Birkeland, gebaut in Norwegen, ist im Februar 2020 vom Stapel gelaufen. Mit 80 Metern Länge ist sie fast hundertmal so groß wie das Hamburger Modellschiff und ebenfalls mit Sensorik und Logik für autonome Fahrten ausgerüstet. Die Birkeland soll künftig Düngemittel vom Werk zu den Hochseehäfen verschiffen, auf Strecken bis zu 30 Seemeilen, und jährlich 40.000 Lkw-Fahrten einsparen.

„Wir haben gelernt, dass man für die Miniatur-Autonomie vieles ganz neu denken muss.“

PROF. DR. TIM TIEDEMANN

Was darf die Technik?

WARUM ETHIK FÜR DIE ANGEWANDTEN WISSENSCHAFTEN WICHTIG IST.

Ethik ist ein Gebiet der Philosophie. Doch wer meint, an einer Hochschule für Angewandte Wissenschaften sei sie deshalb nicht vertreten, irrt: Viele Entscheidungen über das Design und die Fähigkeiten technischer Systeme erfordern ethische Überlegungen. Bei Fahrzeugen gilt es etwa, die Sicherheit von Insassen und von anderen Verkehrsteilnehmern ausgewogen zu berücksichtigen. Besonders herausfordernd scheint die Ethik autonomer Technik: Sofern eine Maschine eigenes Verhalten entwickelt, müsste sie sich auch selbstständig an gesellschaftliche Regeln halten.

AUTONOM UND SICHERER

An der HAW Hamburg werden derlei Fragen künftig in einer hochschulweiten 14-köpfigen Ethikkommission abgewogen, die sich im Sommer konstituiert hat. Angesiedelt ist sie im Aufgabenbereich von Prof. Dr. Peter Wulf, Vizepräsident für Forschung, Transfer und Internationales. Vorsitzender ist Prof. Joachim Westenhöfer, der bereits der Ethikkommission des Competence Center Gesundheit (CCG) vorstand. Die Professoren Stephan Pareigis und Tim Tiedemann gehören der Kommission als Vertreter der Fakultät Technik und Informatik an.

„Wichtig wird es sein, zu klären, welche Gefährdungen überhaupt realistisch vorstellbar sind“, sagt Tiedemann. Bislang nämlich sei die öffentliche Debatte oft von eher theoretischen Seminarbeispielen geprägt, von Fahrzeugen etwa, die entscheiden müssen, wen sie in einer Extremsituation umfahren sollen und wen nicht: „Nutzbringende Autonomie muss aber gar nicht so weit gehen, gar nicht so komplex sein, wie sie es in Utopien ist. Einfache Autonomie, Schiffe, die GPS-Positionen ansteuern, verhindern, dass die Mannschaft irrtümlich auf ein Riff steuert, oder optimale Routen fahren, wären bereits ein großer Gewinn.“

Sein Kollege Pareigis pflichtet ihm bei: „Schon bei den heutigen Assistenzsystemen im Fahrzeugbau reagieren die Systeme deutlich defensiver als viele Fahrer. Ich staune manchmal, wie vorsichtig mein Auto sozusagen ist, wenn der Bremsassistent eingreift.“ Dennoch sind beide sicher, dass es viele profunde Fragen gibt, die in der Kommission fächerübergreifend debattiert werden können – denn schon bei der Mikroautonomie mit winzigen Fahrzeugen ist Sicherheit erste Priorität: „Wenn eine Mikrodrohne im Miniatur Wunderland fliegt, muss alles getan werden, damit sie das Publikum nicht gefährden kann“, sagt Tiedemann, und das umfassend. Neben der geplanten Sicherheit in ihrer Steuerlogik sorgen etwa Netze und Fangleinen dafür, dass riskante Mensch-Maschine-Begegnungen ausgeschlossen sind. ■

Das Beispiel zeigt, dass es sich für eine forschungsorientierte Hochschule wie die HAW Hamburg, noch dazu in einer der bedeutendsten Hafenstädte Europas, gewiss lohnt, auch das Wasser experimentell zu befahren.

Das kleine Schiff im Wunderland und sein großer Verwandter in Norwegen teilen noch ein Schicksal: Beide Projekte mussten durch die Coronakrise Einschränkungen erdulden. Die Birkeland-Entwicklung stockte für einige Monate. Und für die Studierenden der HAW Hamburg ist es kaum möglich, sich bei der stark begrenzten Besucherzahl unter die Wunderland-Gäste zu mischen und sich in den Normalbetrieb der Attraktion zu integrieren. Unverdrossen, erzählt Wunderland-Techniker Daniel Wolf, haben sie sich dann aber zuweilen bereits im frühesten Morgengrauen eingefunden.

IM TROCKENDOCK

Zurzeit ist das Schiff daheim in der Hochschule, wo es, wie Tim Tiedemann sagt, sozusagen „im Trockendock“ mit neuen Fähigkeiten ausgestattet werden kann. Wie auch für die Straßenfahrzeuge der Miniatur-Autonomie-Forschenden gibt es in der HAW Hamburg selbst Teststrecken und -möglichkeiten. Die Forschung an Algorithmen, Antrieben und Automatisierungsstrategien schreitet weiter voran. Und so darf man sicher sein, dass mit der Rückkehr normaler Zeiten auch so manches Fahrzeug unter HAW-Hamburg-Flagge wieder in der Modell-Szenerie der Hamburger Speicherstadt vor großem Publikum verkehren wird. Zu Wasser, zu Lande und in der Luft. ■



→ Prof. Dr. Timm Tiedemann ist im Department Informatik Professor für Intelligente Sensorik.
Tel. +49.40.428 75-8155
tim.tiedemann@haw-hamburg.de



→ Prof. Dr. Stephan Pareigis ist Professor für Angewandte Mathematik und Technische Informatik.
Tel. +49.40.428 75-8153
stephan.pareigis@haw-hamburg.de

→ QR Code scannen für mehr Informationen zur Informatik Technischer Systeme:



Auch für die Yara Birkeland wurde die Steuerung an einem Modell entwickelt.



© Yara Birkeland

ZAHNRADGERÄUSCHE

Die Austreibung von Geistern

BEIM BAU NEUER MOTOREN GEHT ES MITUNTER UNHEIMLICH ZU: UNERKLÄRLICHE NEBENGERÄUSCHE REIBEN DIE NERVEN DER FAHRZEUGENTWICKLER AUF. MASCHINENBAU-PROFESSOR GÜNTHER GRAVEL IST DEN POLTERGEISTERN AUF DER SPUR. DABEI HELFEN IHM KUGELN AUS BLUTROTEM RUBIN. ABER KEINE ANGST: DAS HIER IST KEINE MYSTERY-REPORTAGE – SONDERN EIN BERICHT ÜBER FEINFÜHLIGE INGENIEURKUNST. UND ES GEHT ZAHN UM ZAHN.

W

Wenn der Professor morgens vorfährt, kann man ihn schon von Weitem hören: Auf dem Sattel seiner knallroten, voluminös brummenden 750er Laverda SF, einem sportlichen Motorradklassiker der 1970er-Jahre, ist er dem Thema seiner Forschung im Grunde schon ganz nah. Der Verbrenner mit seinen 47 PS erzeugt hör- und spürbare Schwingungen en masse, solche Lebenszeichen sind bei Motorrädern ja durchaus erwünscht. Ganz anders im Forscherfokus von Prof. Dr. Günther Gravel vom Institut für Produktionstechnik im Department Maschinenbau und Produktion: Hier spürt er unerwünschten Nebengeräuschen in Antriebsmotoren nach. Die gehen von einem ganz bestimmten, sehr alltäglich wirkenden Gegenstand aus, der – meist im Verborgenen – so vieles in der Welt bewegt, das uns vorantreibt.

„Warten Sie kurz, ich hole eins!“, sagt er, mittlerweile im ersten Stock von Haus F der HAW Hamburg am Berliner Tor angekommen. Wenig später ist er zurück und legt auf den Konferenztisch, worum es in seiner Forschung die meiste Zeit geht: ein – in diesem Falle – handtellergroßes Zahnrad. Auf Hochglanz poliert, zeigt es silbrig seine Zähne: die Maschinenbau-Version eines Hollywood-Lächelns.

EIN KONZERT AUS PFEIFEN UND SUMMEN

Doch was so glatt und perfekt aussieht, kann Fehler in sich tragen. Und in der Automobilindustrie große Probleme verursachen, wenn ein Motorgetriebe am Ende einer Fertigungslinie der EoL-Prüfung unterzogen wird – das steht für End of Line. Insbesondere bei einer Vorserien-Entwicklung und wenn neue Getriebe getestet werden, treten immer wieder Geräusche auf, die nicht zum normalen Motorenklang zählen: „Meist ist es ein Pfeifen, es muss nicht unbedingt laut sein, ist aber ein nerventötender

Ton“, erzählt Günther Gravel. Die Ursache des Pfeifkonzerts liege in der Oberfläche der Zähne eines Zahnrads verborgen. „Bei der Herstellung der Zahnräder, die ja meist durch Zulieferbetriebe geschieht, kommt es manchmal zu Schleifmustern auf den Zähnen, die sich in Wellen im ausgehärteten Metall abbilden.“

Diese Muster kehren von Zahn zu Zahn wieder, aus den Wellen auf der Oberfläche werden durch das Abrollen von Zahn und Gegenzahn schließlich Schall- und Druckwellen. Die summieren genau der Frequenz, mit der sie in die Zahnoberfläche gefräst wurden, ihr ganz eigenes Lied: „60 Wellen pro Umdrehung des Zahnrads, bei einer Drehzahl von 6.000 Umdrehungen – da bekommen wir schnell eine hohe Frequenz.“

Die Geräusche entstehen also im Inneren des Getriebes. Würden sie dort auch bleiben, wäre das kein Problem. „Es gibt aber zwei Entwicklungen, die eine Ausbreitung begünstigen: Einerseits wird heutzutage immer weniger Dämmmaterial verbaut, um Gewicht zu sparen.

Andererseits sind die genutzten leichten Werkstoffe immer steifer und verdichteter, übertragen also besser.“ Die Geräusche wandern so weit, bis sie einen „Ausgang“ finden: eine Oberfläche, die „Lautsprechermembran“ spielt. Dann ist der Klang im Fahrzeug, „und das wird von den Kunden heutzutage nicht mehr toleriert“.

Werden bei der EoL-Prüfung verdächtige Töne entdeckt – meist in optischen Darstellungen der Geräuschkulisse –, kommt Teil eins der Detektivarbeit: „Es wird so lange ein Zahnrad nach dem anderen ein- und wieder ausgetauscht und das Getriebe neu gestartet, bis der Übeltäter isoliert wurde.“ So ein Getriebe trägt einige Zahnräder in sich, das zeigt Günther Gravel jetzt an einem modernen Doppelkupplungs-Getriebe eines deutschen Herstellers, das ihm für die Ausbildung zur Verfügung gestellt wurde. →



Zahn der Zeit

→ Der älteste bekannte Vorgänger ist das Göpelrad aus Holz, in dessen Rand Pflöcke als Zähne eingesteckt wurden: Es übertrug die Muskelkraft von Zugtieren oder Menschen, zum Beispiel auf Mahlsteine. Das Göpelrad ist von Darstellungen aus dem Alten Ägypten bekannt.

→ Zur gleichen Zeit, rund 300 v. Chr., war auch eine legendäre Kriegsmaschine in China unterwegs, die mithilfe eines Regelkreises aus Zahnrädern einen exakt geraden Kurs halten konnte. Der chinesische Konstrukteur namens Ma Jun verwies aber auf ein weitaus älteres Vorbild, dessen Pläne verloren gegangen waren.

→ Rund 200 Jahre später wurde der „Mechanismus von Antikythera“ hergestellt. Über die genaue Funktion des auf etwa 100 v. Chr. datierten Wunderwerks zur Berechnung vom Stand der Planeten wird gestritten.

→ So richtig setzte sich das Prinzip des Antriebs über Zahnräder beim Betrieb von Wassermühlen durch, später auch bei Windmühlen.

© pixabay

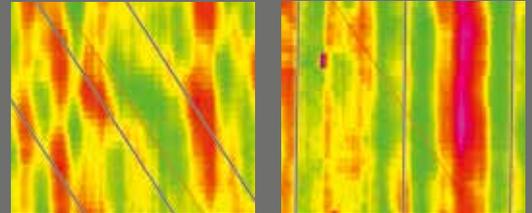


Hölzerne Zahnräder übertrugen in Windmühlen die Kraft von den Flügeln auf das Mahlwerk.

→ Die optimale Form des Zahns wurde um 1674 vom dänischen Astronom Ole Rømer entwickelt. Eine Mischung aus geraden und gerundeten Flächen – die Epi-Zykloid-Form – garantiert einen gleichförmigen Reibungswiderstand und vermindert damit einseitige Abnutzung.

→ Dann kam die Dampfmaschine, damit begann das Industrielle Zeitalter, das ohne Zahnräder aus Metall undenkbar wäre. 1820 schlug die Stunde für Schrägverzahnung und Pfeilverzahnung, wenig später entstand das erste Differentialgetriebe. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die Werkzeuge zum Schleifen der Zähne immer genauer, bei gleichzeitig wachsender Anforderung an die Genauigkeit.

OBERFLÄCHENMUSTER EINES LAUTEN UND EINES LEISEN ZAHNRADES



laut

leise

Seine Studierenden haben es einmal auseinander- und wieder zusammengebaut, einen Bauplan für die Vorlesung erstellt. Gravel bleibt ein Moment am Objekt, kuppelt und schaltet mit kleinen Hebeln: „Gerade kann ich den Rückwärtsgang nicht finden!“ Einem Motorradfahrer mag man das durchaus verzeihen.

Wird ein schadhafter Zahnradtyp entdeckt, folgt Teil zwei der Detektivarbeit. Dafür geht es in die Katakomben von Haus F, zwei Stockwerke hinunter. Hier begibt sich Professor Günther Gravel auf die Geisterjagd – denn mit „Geisterordnungen“ werden die störenden Geräusche benannt, die Zahl dazu gibt die gemessenen Wellen pro Umdrehung des Zahnrads an: „Dabei kann das Zahnrad völlig intakt aussehen. Das treibt die Motorenentwickler dann fast in den Wahnsinn.“ Doch dann kommt der „Zauberrubin“ zum Einsatz.

EDELSTEIN MIT 0,7 MM DURCHMESSER

Der Professor deutet auf das Zahnradmessgerät, etwa so hoch und breit wie ein Billy-Regal, mit einem angeschlossenen Computer-Arbeitsplatz. Auf dem Messtisch steht vertikal eine Achse, auf die das Zahnrad geschoben wird. Von der Seite tastet nun ein Metallstab als „Finger“ mit einer Rubin-Kugel im Durchmesser von 0,7 Millimetern als „Fingerkuppe“ die Zahnflächen des Zahnrads ab. Der Edelstein vermisst mit einer Genauigkeit von zehn Nanometern –

MESSUNG EINES ZAHNS



© Klingelberg GmbH

FTZ 3i | intelligent industrial innovations

Die Digitalisierung und Automatisierung aller industriellen Prozesse schafft neue Spielräume in Bezug auf Effizienz und Ressourcenschonung. In diesem Kontext forscht das FTZ 3i. Das Kürzel 3i steht für intelligent industrial innovations. Zur Ausrüstung des FTZ 3i gehört unter anderem ein Sechs-Achsen-Industrieroboter mit einer Traglast von 125 Kilogramm. Er befindet sich in einer Laserzelle, die von Studierenden im Rahmen eines Projektes entworfen und gebaut wurde, die alle Sicherheitsvorschriften erfüllt, sodass mit ihm auch laserbasiertes Schweißen möglich ist.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens Smart Production@HAW.X0, das aus dem Zukunftsfonds der Hochschule finanziert wird, beschäftigt es sich mit der Automatisierung der Fügeprozesse, der generativen Fertigung sowie der Digitalisierung der Lehre.

Ziel des hier angesiedelten Projektes Shared Guide Dog 4.0 ist die Entwicklung eines technischen Assistenzsystems für Blinde und Sehbehinderte. Eine sichere und autonome Navigation im urbanen Umfeld ist äußerst anspruchsvoll. Nicht nur gilt es, die Herausforderungen wie für fahrerlose Autos zu lösen, der Shared Guide Dog 4.0 muss sich beispielsweise auch auf nur spärlich gekennzeichneten Parkwegen zurechtfinden, wo es gilt, Pflützen, Pollern, spielenden Kindern und tobenden Hunden sicher auszuweichen.

Aus- und Weiterbildung ist eine wichtige Säule der Aktivitäten dieses FTZ. Mit dem Schweißfachingenieur*in (SFI) bietet es einen international anerkannten Abschluss an. Ingenieur*innen mit dieser Zusatzqualifikation sind in vielen Industriebereichen sehr gesucht. Die Ausbildung dazu kann schon während des Studiums an der HAW Hamburg begonnen werden. ■



→ Prof. Dr. Shahram Sheikhi leitet das FTZ 3i.
Tel. +49.40.428 75-8955
shahram.sheikhi@haw-hamburg.de

www.ftz-3i.de

ein Millimeter geteilt durch 10.000. Das entspricht ungefähr dem zweittausendsten Teil der Dicke eines Haares. „So genau können wir optisch noch nicht messen, das geht nur ‚taktil‘.“

Ein vollständiges Abtasten aller Zähne des gesamten „Gebisses“ kann eine Stunde dauern. Deshalb arbeiten Gravel und sein kleines Team ständig an Vereinfachungen des Abtastvorgangs: Wie wenig Tastpunkte werden mindestens gebraucht, um das Schadensbild ausreichend genau zu berechnen?

Erster Schritt der Reduktion war das Abtasten der Zahnfläche in Kreuzform mit zwei Strichen – „jetzt testen wir die Berechnung mit immer weniger Einzelpunkten“. Ziel ist eine Software, die den Motorenentwickler*innen ein schnell arbeitendes Analysetool zur Verfügung stellt: „Denn klassischerweise treten die Geräuschprobleme nicht nur dann in den Fokus, wenn bei der Automobilproduktion von der Vorserie auf Massenproduktion umgestellt werden soll, sondern auch in der normalen Produktion.“ →



→ Prof. Dr. Günther Gravel, Professor für Produktionstechnik mit den Schwerpunkten Additive Fertigung, Fertigungsmesstechnik und Zahnradfertigung.
Tel. +49.40.428 75-8625
guenther.gravel@haw-hamburg.de

„Wir sind hier nicht im Elfenbeinturm, wir forschen für die Praxis, als Partner der Industrie.“

PROF. DR. GÜNTHER GRAVEL



→ Da schlägt sich jedes laute Getriebe als finanzieller Verlust nieder. Das Ziel ist, mögliche Probleme schon vor dem Einbau zu erkennen: Der Ausbau eines Zahnrads im Werk ist etwa hundertmal so teuer wie das Zahnrad selbst. Tritt der Fehler erst bei Kunden auf, sind die Kosten für den Austausch eintausendfach so hoch.

Das schadhafte Zahnrad wurde erkannt, der Fehler auf der Oberfläche erfasst und dingfest gemacht. Es fehlt also nur noch der Verursacher. Es gibt drei Beteiligte bei der Produktion eines Zahnrads: die Maschine, das Werkzeug (die Schleifscheibe) und das Werkstück (der Zahnrad-Rohling). Die Übergänge von einem zum jeweils anderen sind fehleranfällig. „So kann zum Beispiel die Schleifscheibe taumeln und dabei die Wellen verursachen. Manchmal schwingt sogar der Fußboden in der Produktionshalle.“ Gravel und Team arbeiten nun daran, per Künstlicher Intelligenz und Mustererkennung, einer neuen Software die automatische Fehlererkennung beizubringen.

ZAHNPROBLEME BEI E-MOTOREN

Zahnräder gibt es seit über 2.000 Jahren, Verbrennungsmotoren seit dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts. Und trotzdem stellen die gezackten Scheiben Ingenieure und Ingenieurinnen immer wieder vor neue Herausforderungen. „Das gilt auch für die

sich entwickelnde Elektromobilität“, sagt Gravel. „Bei E-Motoren für Autos reden wir dann ja von Drehzahlen, die drei- bis viermal so hoch sind. Das heißt, es werden ganz andere Welligkeiten neue Probleme verursachen.“ Wenn es damit Ärger gibt, kann das Team der HAW Hamburg helfen.

Bei den Elektromobilen ist die Problemlage noch einmal anders: Hier fehlen auch die Geräusche der Verbrennung, hinter denen sich die Zahnrad-Geräusche manchmal verstecken können. Zahnprobleme können somit schneller zutage treten. Und auch Fahrräder mit unterstützendem E-Antrieb sind vor Nebengeräuschen nicht geschützt. „Bei den Fahrrädern manifestieren sich die Zahnrad-Welligkeiten, wegen der viel geringeren Umdrehungen, als mahlendes Geräusch.“

Genau solche Zusammenarbeit ist Professor Gravel sehr wichtig: „Wir sind hier nicht im Elfenbeinturm, wir forschen für die Praxis, als Partner der Industrie.“ Er sieht seine Maschinenbauer-Disziplin auch mit an vorderster Front, um eine der wichtigsten Herausforderungen der Zukunft in den Griff zu bekommen: den Klimawandel. „E-Mobile brauchen optimal laufende Getriebe, genau wie Windkraftanlagen“, sagt er. „Es gibt genügend Gründe, bei uns zu studieren, wenn man etwas Positives für die Zukunft beitragen möchte!“ ■

Impressum

Herausgeberin:

Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
(HAW Hamburg)
Berliner Tor 21
20099 Hamburg

Verantwortlich:

Prof. Dr.-Ing. Anna K. Usbeck,
Prodekanin für Forschung
an der Fakultät Technik und
Informatik

Chefredakteur:

Heinrich Großbongardt
h.grossbongardt@aw-wa.com

Redaktionsteam:

Andreas Beerlage, Tiziana Hiller,
Margarita Iljeva, Silke Umbach,
Maria Zeitler

Fotos:

Stefan Albrecht, Airbus, Maren
Borgerding, Bina Engel, Cornelia
Hansen, HAW Hamburg, Paula
Markert, Stephanie Neumann,
Miniatur Wunderland, pexels,
pixabay, Stock.adobe.com, Yara
Birkeland

Konzept und Gestaltung:

Art Works!
Agentur für Kommunikation und
Design UG, Hamburg
Projektleitung: Imke Rieken
www.aw-wa.com

Lektorat:

Isa Jacobi

Auflage

2.000 Exemplare

Druck:

Elbe-Werkstätten GmbH
Anerkannte Werkstatt für behin-
derte Menschen gemeinnützig

Kontakt:

Forschungsbüro der Fakultät
Technik und Informatik
Dr. Ariane Ament
Telefon +49.40.428 75-8016
KNOW-TI@haw-hamburg.de

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck, auch auszugsweise
nur mit vorheriger schriftlicher
Genehmigung.



WWW.HAW-HAMBURG.DE

Forschungsprojekte

MASCHINENBAU UND PRODUKTION

■ **IsoSens** Entwicklung eines KI-basierten Sensors zur Bestimmung der isotopologischen Zusammensetzung von Treibhausgasen für die Erforschung klimatischer Prozesse

LEITUNG: Prof. Dr. Marcus Wolff

MITTELGEBER: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

LAUFZEIT: 01.01.2021 – 31.12.2023

■ **MamoGE** Microservices für automatisierte mobile Geräte zur Bearbeitung großer Flächen

LEITUNG: Prof. Dr. Stephan Schulz

MITTELGEBER: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

LAUFZEIT: 01.10.2020 – 30.09.2022

■ **Multirotor-DfM** Wartungsfreundliches Design mit hoher Anlagenverfügbarkeit und minimierten Betriebskosten für Multirotor-Windenergieanlagen

LEITUNG: Prof. Peter Dalhoff (CC4E)

MITTELGEBER: Bundesministerium für Bildung und Forschung; Industrie

LAUFZEIT: 01.05.2021 – 31.01.2025

■ **Optimale Messstrategie für Welligkeit**

Wirtschaftlich optimale Messstrategie zur Erkennung geräuschverursachender Welligkeiten

LEITUNG: Prof. Dr. Günther Gravel

MITTELGEBER: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)

LAUFZEIT: 01.11.2019 – 30.04.2022

■ **StaTur** Prototyp eines Stacks aus tubulären Redox-Flow-Batteriezellen. Teilvorhaben: Entwicklung und Systemintegration von Komponenten, Zellen und Stack

LEITUNG: Prof. Dr. Thorsten Struckmann

MITTELGEBER: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

LAUFZEIT: 01.12.2018 – 31.05.2022

■ **Tubulyze** Auslegungsgrundlagen einer tubulären, mittels additiver Methoden und Extrusion gefertigten Elektrolysezelle. Teilvorhaben: Zellentwicklung, Systemintegration und Charakterisierung

LEITUNG: Prof. Dr. Thorsten Struckmann

MITTELGEBER: Bundesministerium für Bildung und Forschung

LAUFZEIT: 01.01.2019 – 30.12.2022

■ **VAMOS:** Entwicklung eines Online-Vanadium-Monitoring-Systems zur Bestimmung des Ladungszustandes von Vanadium-Redox-Flow-Batterien

LEITUNG: Prof. Dr. Thorsten Struckmann

MITTELGEBER: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

LAUFZEIT: 01.04.2021 – 30.09.2023

■ **VORAUS PV** Entwicklung von Vorhersagealgorithmen für Ausfälle in komplexen Leistungselektronischen Systemen in der Photovoltaik

LEITUNG: Prof. Dr. Sarah Hallerberg

MITTELGEBER: Bundesministerium für Bildung und Forschung

LAUFZEIT: 01.12.2019 – 30.11.2022

■ **X-Rotor** Erforschung alternativer Windanlagen-designs in Form von Zweiblatt- und Multirotoranlagen zur Erneuerbaren Energieerzeugung und -integration

LEITUNG: Prof. Dr. Vera Schorbach,

Prof. Peter Dalhoff (CC4E)

MITTELGEBER: Bundesministerium für Bildung und Forschung; Industrie

LAUFZEIT: 01.11.2017 – 30.06.2022

■ **HY-TO-FLY** Lehrbegleitende Konstruktion, Fertigung eines Ultraleichtflugzeugs mit Wasserstoffantrieb

LEITUNG: Prof. Dr. Felix Kruse

MITTELGEBER: Claussen-Simon-Stiftung

LAUFZEIT: 01.01.2019 – 30.06.2022

■ **LD-SODA** Lernbasierte Datenanalyse – Stochastik, Optimierung, Dynamik und Approximation

LEITUNG: Prof. Dr. Sarah Hallerberg

MITTELGEBER: Hamburg – Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke

LAUFZEIT: 01.07.2020 – 31.12.2023

■ **PRAMECO**

Practicing Mechanical Engineering Online

LEITUNG: Prof. Dr. Shahram Sheikhi (FTZ 3i)

MITTELGEBER: Europäische Kommission

LAUFZEIT: 01.06.2021 – 31.01.2023

INFORMATIK

■ **AuTag BéoFisch** Autonome Tauchroboter-gestützte Beobachtung von Fischeschwärmen

LEITUNG: Prof. Dr. Tim Tiedemann

MITTELGEBER: Hamburg – Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke

LAUFZEIT: 01.04.2020 – 30.09.2023

■ **DERECKA** The Development of Doctoral Education and Research Capacities of Kyrgyzstani Academia

LEITUNG: Prof. Dr. Marina Tropmann-Frick

MITTELGEBER: Europäische Kommission

LAUFZEIT: 15.01.2020 – 14.01.2023

■ **DIGECO** Digital, creativity and smart education as added value of economic development in Ukraine and Tajikistan

LEITUNG: Prof. Dr. Marina Tropmann-Frick

MITTELGEBER: Europäische Kommission

LAUFZEIT: 15.11.2020 – 14.11.2022

■ **i-Elfe** Innovationen in der Hochschullehre

LEITUNG: Prof. Dr. Markus Linke,

Prof. Dr. Tim Tiedemann

MITTELGEBER: Stifterverband

LAUFZEIT: 01.01.2019 – 30.06.2023

■ **PIVOT** Privacy-Integrated design and Validation in the constrained IoT. Teilvorhaben: Eingebettete Sicherheit für Inhaltsprojekte

LEITUNG: Prof. Dr. Thomas Schmidt

MITTELGEBER: Bundesministerium für Bildung und Forschung

LAUFZEIT: 01.04.2021 – 31.03.2024

■ **RoLand** Robotik in der Landwirtschaft

LEITUNG: Prof. Dr. Tim Tiedemann (FTZ SMSY)

MITTELGEBER: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

LAUFZEIT: 01.10.2021 – 30.09.2024

■ **VALIDAS_at_WP** Integration von Visual Analytics- und Data Science-Methoden in die Prozesse der Wirtschaftsprüfung

LEITUNG: Prof. Dr. Marina Tropmann-Frick (FTZ SMSY)

MITTELGEBER: Bundesministerium für Bildung und Forschung

LAUFZEIT: 01.02.2021 – 31.01.2025

■ **X-Eptance Explore** Mobiles Mixed-Reality-System zur 3D-Visualisierung von Windenergieanlagen

LEITUNG: Prof. Dr. Birgit Wendholt

MITTELGEBER: Bundesministerium für Bildung und Forschung

LAUFZEIT: 01.09.2019 – 28.02.2022

FAHRZEUG- UND FLUGZEUGBAU

■ **AvaTur** Aerodynamik von

verlustarmen Turbinenprofilen

LEITUNG: Prof. Dr. Dragan Kozulovic

MITTELGEBER: Bundesministerium für Bildung und Forschung; Unternehmen

LAUFZEIT: 01.04.2019 – 31.03.2023

■ **ePAXFLOW** Entwicklung und Nutzung einer intelligenten digitalen Passagierflussmessung vom Flughafeneingang bis zum Erreichen des Fluggaststuhls

LEITUNG: Prof. Dr. Gordon Konieczny (FTZ FAM)

MITTELGEBER: Hamburgische Investitions- und Förderbank (IFB)

LAUFZEIT: 15.08.2021 – 14.08.2023

■ **i-LUM** Innovative luftgestützte urbane Mobilität

LEITUNG: Prof. Dr. Dragan Kozulovic,

Prof. Dr. Tim Tiedemann (FTZ Future Air Mobility)

MITTELGEBER: Hamburg – Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke

LAUFZEIT: 01.10.2020 – 31.12.2023

■ **JoinDT** Joining with predictable Damage Tolerance. Teilvorhaben: CrackJump – Verbesserte Schadens-toleranz von Klebeverbindungen durch Vorhersage des Einflusses von intralaminarem Ermüdungsrisswachstum in CFK-Fügepartnern

LEITUNG: Prof. Dr. Markus Linke

MITTELGEBER: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

LAUFZEIT: 01.03.2020 – 31.08.2023

■ **KoWiKa** Konzeptstudien für einen virtuellen Konstruktionsberater für additiv zu fertige Flugzeugstrukturbauteile

LEITUNG: Prof. Dr. Jutta Abulawi (FTZ 3i)

MITTELGEBER: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

LAUFZEIT: 01.10.2018 – 30.09.2022

■ **MULTIKABIN** Multifunktionaler Kabinenaufbau für Flugzeugkabinen mit Aerogelkomponenten für effiziente Schall-, Wärme- und Feuchteisolation

LEITUNG: Prof. Dr. Wolfgang Gleine

MITTELGEBER: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

LAUFZEIT: 01.09.2020 – 31.08.2023

■ **INFORMATIONEN- UND ELEKTROTECHNIK**

■ **LiMeS** Lithium-Ionen-Zellen zur Integration mit erweiterter Sensorik. Teilvorhaben: Sensor-kommunikation, Impedanzspektroskopie und optische Sensorik

LEITUNG: Prof. Dr. Karl-Ragmar Riemschneider

MITTELGEBER: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

LAUFZEIT: 01.06.2019 – 31.05.2022

INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK

■ **CleanGrind** Ökologisches Schleifen mit Minimalmengenschmierung

LEITUNG: Prof. Dr. Dietmar Pähler

MITTELGEBER: Hamburg – Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke

LAUFZEIT: 01.07.2021 – 30.06.2022

■ **VibraDrill** Vibrationsbohren schwer zerspanbarer Leichtbauwerkstoffe

LEITUNG: Prof. Dr. Dietmar Pähler

MITTELGEBER: Hamburg – Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke

LAUFZEIT: 01.07.2021 – 30.06.2022

D

Der klassische Nerd? Das war ich nie. Ich wollte auch nie zum Mars fliegen. Ich bin Experimentalphysikerin, 39 Jahre alt, und die Szenen, die man sich dann so vorstellt, die gibt es im Alltag tatsächlich – die Frage etwa: „Studentin?“ Und die Antwort: „Nein, ich bin Professorin.“ Aber das geht einigen so, und es ist ja nichts Schlechtes, für jung gehalten zu werden.

Mein Weg zur Technik? Der führte nicht über eine einseitige Begeisterung für Technik, die Faszination hat sich eher entwickelt.

Ich spürte schon früh: Physik, das geht mir leicht von der Hand! Und es gab förderliche Einflüsse. Mein Großvater hat an der Vorgänger-Institution der HAW Hamburg Elektrotechnik studiert. Als Bauernsohn ging er in die Lehre als Großschmied und hat sie mit „sehr gut“ abgeschlos-

sen, so durfte er studieren, das war etwas Besonderes damals. Meine Tante hat Mathematik studiert, auch das hat mich beeinflusst, und vor allem meine Physiklehrerin. Eine Lehrerin in Physik zu haben, eine Frau, das gab und gibt es doch kaum. Ich wählte den Leistungskurs Physik, als junge Frauen waren wir dort zu dritt, eine ist heute Bauingenieurin, die andere berät Banken. Physik ist offensichtlich keine schlechte Wahl. Warum entschied ich mich so? Weil ich wirklich wissen wollte, wie die Welt funktioniert, warum Atome zusammenhalten und was zwischen ihnen ist.

Ich habe in Heidelberg studiert, ging dann als Erasmus-Studentin nach Spanien, ohne Spanisch zu sprechen. Dass Programmieren Spaß macht, habe ich dort entdeckt. Es fiel mir leicht, genauso wie das Spanischlernen, und so kehrte ich zur Promotion dorthin zurück. Insgesamt habe ich fünf Jahre in Santiago de Compostela gelebt, und auch mein Interesse für die Strömungsforschung stammt von dort. Am Ende war die Doktorarbeit eine Freude und auch ein wissenschaftlicher Erfolg.

Forsche ich zu faszinierenden Fragen? Ich glaube schon. Turbulenz in Strömungen etwa ist eines der letzten ganz großen Probleme. Ihre Erforschung hat sehr breite Anwendungsgebiete. Sie reichen von Meteorologie und Klimaforschung über Biologie und Medizin weit hinein in die ingenieurwissenschaftlichen Fächer, ob in den Fahrzeugbau, das Bau- oder

Chemieingenieurwesen, vom Wind, der Gebäude umströmt bis zum optimierten Fluss von Reagenzien in der Produktion. Turbulente Strömungen haben erstaunliche Eigenschaften – ein Wirbelsturm ist riesig, aber seine kleinsten Wirbel sind mikroskopisch, und die großen und kleinen Skalen sind miteinander verflochten: Rührt man auf großen Skalen bilden sich ähnliche Strukturen im Kleinen heraus. Aber es gibt auch Systeme, in denen die Energie von kleinen zu

großen Strukturen fließt und Ordnung erzeugt wird. Das passiert in stark eingeschränkten Systemen, zum Beispiel in zweidimensionaler Turbulenz, wie man sie nahe Grenzflächen findet. Zu diesem Thema habe ich ein eigenes DFG-Projekt. Die Komplexität dieser Forschung ist hoch, vieles ist

sehr grundlagennah. Man kann nicht sogleich aus einer neuen Erkenntnis ein Auto bauen, aber doch recht sicher sein, dass sich Anwendungen ergeben werden.

Angewandte Forschung ist mir vertraut. Nach der Doktorarbeit dachte ich, ich sollte nun etwas Handfestes ausprobieren. Ich habe in dem Schweizer Unternehmen Sensirion AG Sensoren in Mobiltelefone eingebaut, dafür experimentiert und die Algorithmen entwickelt – erstmals wurden damals Feuchte- und Temperatursensoren in ein Mobiltelefon integriert. Zur Strömungsforschung bin ich dann ans Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt zurückgekehrt, wo ich an Flugzeugbelüftung in Zusammenarbeit mit Airbus geforscht habe.

Zur HAW Hamburg bin ich quasi im fliegenden Wechsel gekommen. Aber hier in meiner Heimatstadt lebe ich mit meinem Mann und unseren 2013 und 2016 geborenen Kindern schon wieder länger, dank einer weiteren faszinierenden Station an der TU in Harburg. Dort verschob sich der Fokus erneut zu Strömungsforschung in Flüssigkeiten und auch die Sensorik spielte dort eine Rolle. Ich freue mich auf die interdisziplinäre Arbeit hier, auf den Austausch. Ich denke, die Zukunft hängt auch im ganz großen Maßstab davon ab, dass wir Ergebnisse teilen und es schaffen, produktiv zusammenzuarbeiten. Die Atmosphäre hier bei uns am Heinrich-Blasius-Institut empfinde ich als sehr förderlich dafür. ■

„Turbulenz in Strömungen ist eines der letzten ganz großen Probleme.“



→ Prof. Dr. Alexandra von Kameke, Heinrich-Blasius-Institut des Department Maschinenbau und Produktion. alexandra.vonkameke@haw-hamburg.de

Eine von uns

A woman with dark hair tied back, wearing glasses, a white top, and a grey blazer, stands in a library or office setting. She is smiling and holding a framed certificate or document. The background shows bookshelves and a bright, indoor environment.

„Ich denke, die Zukunft hängt auch im ganz großen Maßstab davon ab, dass wir Ergebnisse teilen.“

Unsere Forschung verändert die Welt.

JEDEN TAG MEHR WISSEN. IN FORSCHUNG
UND LEHRE ARBEITEN DIE MENSCHEN
DER FAKULTÄT TECHNIK UND INFORMATIK
AN EINER NACHHALTIGEN ZUKUNFT.

Lassen Sie
uns die Welt
gemeinsam
klimaneutral
machen!

Vier FTZ:
Future Air Mobility,
Technische Akustik,
Smart Systems,
intelligent industrial
innovations (3i)

21 zukunfts-
weisende
Studiengänge

