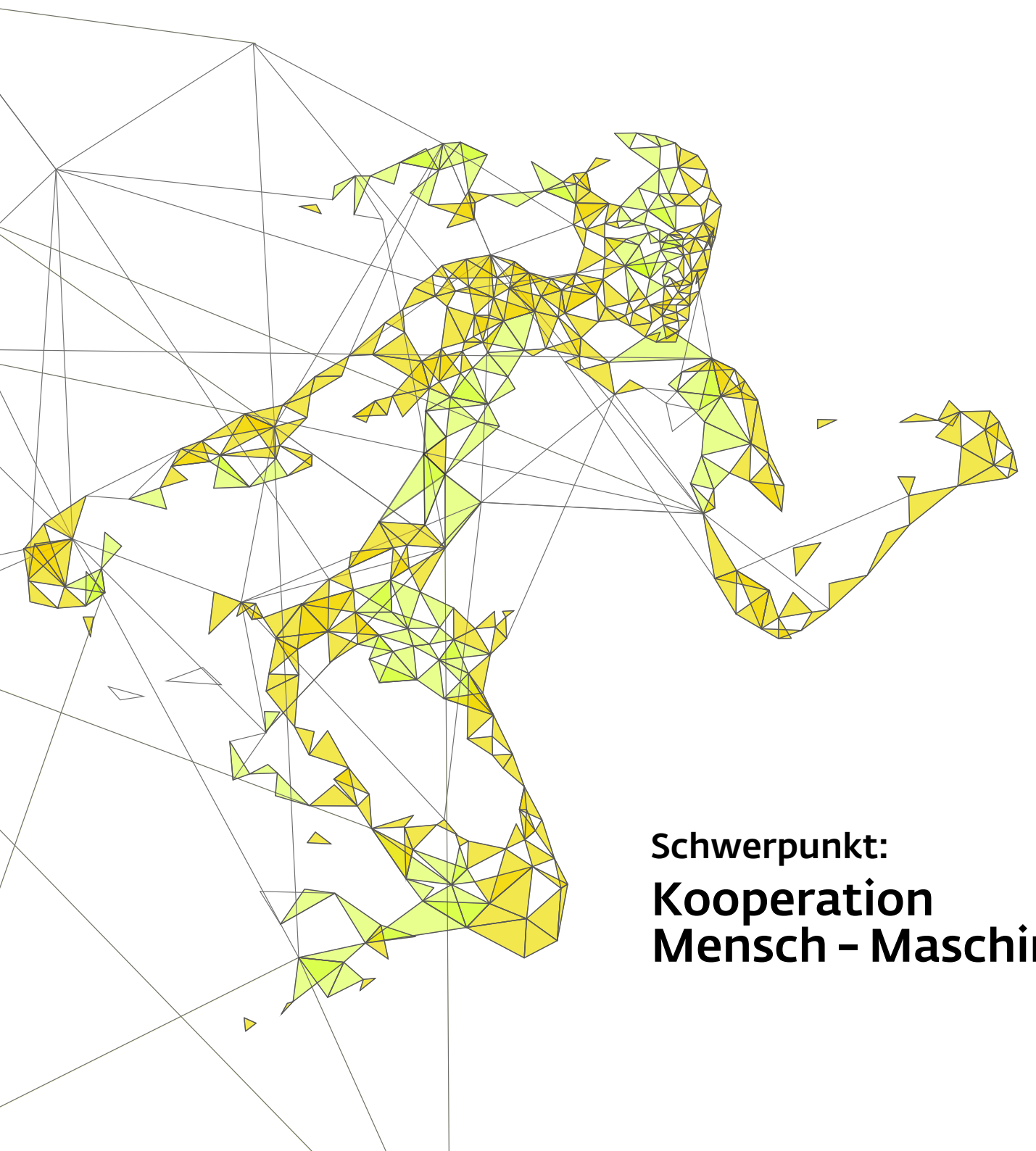


AUSGABE 2017/18

DAS FORSCHUNGSMAGAZIN

# EINBLICKE 62



Schwerpunkt:  
**Kooperation  
Mensch - Maschine**

[Anzeige]

## Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser,

ein Video schauen, E-Mails bearbeiten oder ein Nickerchen machen, während einen das selbstfahrende Auto sicher zum nächsten Termin chauffiert – was visionär klingt, nimmt bereits konkrete Formen an. Auf Deutschlands Straßen werden heute schon die ersten autonomen Busse eingesetzt. Auch sonst schreitet die Automatisierung unserer Gesellschaft rasant voran: vom Kühlschrank, der sich selbst befüllt, über die digitale Fabrik bis zur vernetzten Diagnostik, die noch mehr Leben retten soll.

Oldenburger Wissenschaftler beschäftigen sich intensiv mit dieser Entwicklung – unter technologischen wie ethischen Gesichtspunkten. Etwa mit der Frage, wie eine Maschine programmiert werden muss, damit sie die richtigen Entscheidungen trifft. Das vorliegende Heft bietet spannende Einblicke: Im Interview berichten die beiden Informatiker Werner Damm und Martin Fränzle über aktuelle Herausforderungen und Ziele. Die mora-

lisch-ethischen Grundregeln diskutieren der Philosoph Mark Siebel und der Neuropsychologe Jochem Rieger. Welche Regelungslücken es noch gibt, beleuchten der Jurist Jürgen Taeger und der Politikwissenschaftler Markus Tepe. Die Informatikerin Susanne Boll und Sozialwissenschaftlerin Gesa Lindemann erklären, wie Mensch und Maschine am besten miteinander kooperieren können.

Ein weiteres großes Thema unserer Zeit ist die Religion. Wir haben mit Joachim Willems gesprochen, um zu erfahren, warum der Pädagoge interreligiöse Kompetenz für eine „Schlüsselqualifikation des 21. Jahrhunderts“ hält.

Vorstellen möchten wir Ihnen auch die Wirtschaftswissenschaftlerin Stephanie Birkner. Sie forscht daran, wie weibliches Unternehmertum Wirtschaft und Gesellschaft beflügeln kann. In Oldenburg hat sie die bundesweit einmalige Junior-professur „Female Entrepreneurship“ inne.

Um die Meeresoberfläche und das Klima geht es in unserer Reportage: Der Meeresforscher Oliver Wurl untersucht mit seiner Arbeitsgruppe, wie Gase aus der Atmosphäre ins Wasser eintreten und freigegeben werden.

Was sich an der menschlichen Oberfläche – der Haut als größtem Sinnesorgan – abspielt, weiß Ulrike Raap. Für die Dermatologin ist die große Bandbreite ihres Fachs „ein Traum“.

Mit der „Wurffinte“ im Handball beschäftigen sich schließlich Oldenburger Sportwissenschaftler. In Bildern zeigen wir, wie sie Bewegungen auf ein 3-D-Modell übertragen und so das Muster einer Täuschung sichtbar machen.

Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre!

Ihre EINBLICKE Redaktion



# Inhalt



Beweglich bleiben: Religionspädagoge Joachim Willems



Über das Miteinander von Mensch und Maschine



Komplexe Vorgänge an der Meeresoberfläche



Sport im 3-D-Labor: Wie variabel sind Bewegungen?

3	<b>Editorial</b>
7	<b>Die Zahl</b> Kleidungsstücke als Zeitzeugen: die Sammlung „Textile Alltagskultur“
8	<b>Innovationen als Taktgeber</b> In der Arbeits- und Gründungswelt werden typisch weibliche Fähigkeiten immer wichtiger: Stephanie Birkner über „Female Entrepreneurship“
10	<b>Forschung aktuell</b>
14	<b>Sich herausfordern lassen</b> Der Religionspädagoge Joachim Willems zur interreligiösen Kompetenz im Alltag

## Titelthema

16	<b>Wenn Maschinen entscheiden</b> Die Automatisierung schreitet voran. Wo liegen Chancen, wo Risiken? Wie weit ist die Forschung? Ein Interview mit Werner Damm und Martin Fränze
21	<b>Moralisches Dilemma</b> Mark Siebel und Jochem Rieger über die ethischen Grundregeln für autonome Systeme
24	<b>Zum Wohle des Menschen</b> Wer trägt die Verantwortung, wenn Computer in unser Leben eingreifen? Jürgen Taeger und Markus Tepe suchen juristische und politische Antworten

27	<b>Einander verstehen</b> Susanne Boll und Gesa Lindemann erforschen, wie Mensch und Maschine besser miteinander kommunizieren können
30	<b>Lebendige Labore</b> In sechs „Living Labs“ erproben Oldenburger Informatiker die Wirklichkeit
32	<b>Spannende Oberfläche</b> Die Klimaforschung hat die Meeresoberfläche bisher vernachlässigt. Oliver Wurl untersucht, wie wichtig die Haut der Ozeane wirklich ist
36	<b>In Bildern</b> Gerade im Handball ist die Täuschung beim Wurf elementar. Über die „Finte“ im Sport

40	<b>Schicht um Schicht, Zelle für Zelle</b> Warum die Haut für Ulrike Raap ein architektonisches Meisterwerk ist
44	<b>UGO-Nachrichten, Impressum</b>
46	<b>Berufungen</b>
50	<b>Promotionen, Habilitationen</b>



Die Zahl

Ober- &  
Unterbekleidung  
Kombinationen  
Arbeitsbekleidung

# 2.596

[Anzeige]

Kleidungsstücke und Textilobjekte umfasst die Sammlung „Textile Alltagskultur“ am Institut für Materielle Kultur

**H**inzu kommen: rund 4.800 Schriften, 400 Stoffmuster und 50 historische Naturfarbstoffe, sogenannte Färbedrogen. Seit 38 Jahren wächst die Sammlung stetig. Als Anschauungs-, Arbeits- und Quellenmaterial steht sie Studierenden und Mitarbeitern für eigene Studien- und Forschungsprojekte zur Verfügung.

Ob Designerkleidung des experimentellen Labels Comme des Garçons, ein Kleppermantel aus den 1920er-Jahren als Zeuge der ersten Entwicklung regenfester gummibeschichteter Kleidung oder ein Dortmund-Trikot der 1990er-Jahre mit hoher Schadstoffbelastung – Raritäten und Besonderheiten hat die Sammlung einige zu bieten. Aber auch: ganz normale Alltagskleidung. Das Konzept „Kleider und Geschichten“ der Sammlung ist einzigartig in Deutschland. Alle

Kleidungsstücke wurden getragen, zeigen zum Teil deutliche Gebrauchsspuren. Neben den Objekten selbst erfasst das Institut bei neuen Textilspenden auch immer die dazugehörigen Geschichten und Erinnerungen. Denn diese verraten viel über eine bestimmte Zeit, ihre kulturellen und sozialen Bedingungen: Welche Geschlechter- und Körperbilder dominieren? Wie wird Kleidung gepflegt und aufbewahrt? Welche gesellschaftliche Funktion erfüllt Kleidung?

Daneben erforschen die Studierenden und Mitarbeiter die Entwicklung von Materialien, Nachhaltigkeitsdiskurse, Kostüm- und Designgeschichte, den Wandel in Geschlechter- und Körperbildern, textile Praktiken von Kleidungspflege bis Erinnerungskultur über Kleidung sowie den Wandel vestimentärer Praktiken.





Gibt es einen femininen Gründungshabitus? Stephanie Birkner möchte es herausfinden.

# Innovationen als Taktgeber

Stephanie Birkner hat die bundesweit einmalige Juniorprofessur „Female Entrepreneurship“ inne. Sie erforscht, wie weibliches Unternehmertum Wirtschaft und Gesellschaft beflügeln kann – auch jenseits von Frauenquote und MINT-Förderprogramm

Pippi Langstrumpf ist es. Fragt man Prof. Dr. Stephanie Birkner, Juniorprofessorin für Female Entrepreneurship, nach ihrem Idealbild einer Unternehmerin, nennt sie die freche Göre aus Astrid Lindgrens Kinderbüchern. „Sie ist das unternehmerischste Mädchen, das ich kenne“, sagt sie. Pippi stehe für das, was unternehmerisches Denken und Handeln ausmache: die Offenheit, Dinge anders zu betrachten, und

den Willen, selbst Ideen zu entwickeln, wenn es mal nicht mehr weitergehe.

Wenn die Wirtschaftswissenschaftlerin von sich erzählt, wird schnell deutlich, dass auch in ihr eine Menge „Pippi“ steckt: Die 36-Jährige hat zwei Kinder, einen Mann, der in den Niederlanden arbeitet – und eine Juniorprofessur in einem neuen Forschungsfeld. Nebenberuflich lehrt sie

an der Universität Regensburg, coacht Gründende und engagiert sich in diversen Projekten und Gremien. Ein vollgepackter Alltag, der eine Menge Improvisationstalent erfordert. Doch Birkner sieht es sportlich: „Das wäre ja noch schöner, wenn ich als Juniorprofessorin für Female Entrepreneurship Herausforderungen nicht kreativ-unternehmerisch angehen würde.“ Sie stellt jedoch auch klar, dass ihrer Mei-

nung nach in der Wissenschaft und im Unternehmertum die Förderung des weiblichen Nachwuchses deutlich verbessert werden könnte.

Ihr Weg in die Wissenschaft fing mit dem Fachhochschulstudium „Business Consulting“ in Emden an. Auf die Promotion an der Universität Oldenburg folgte eine Verwaltungsprofessur für Betriebswirtschaftslehre an der Jade Hochschule. Im Oktober 2014 wurde Birkner die bundesweit erste Juniorprofessorin für „Female Entrepreneurship“ am Department für Wirtschafts- und Rechtswissenschaften der Universität. „Mir gefällt das agile Umfeld einer Gründungsuniversität“, sagt sie mit Blick auf eine Auszeichnung, mit der sich die Universität beim Bundeswettbewerb EXIST 2011 neben der Technischen Universität Berlin und der Hochschule München in die Top Drei einreihen konnte. Daher arbeitet Birkner eng mit dem universitären Gründungs- und Innovationszentrum zusammen. Zudem legt sie besonderen Wert auf den internationalen Austausch.

## Zwei etablierte Forschungsbereiche miteinander verknüpfen

Zu Beginn ihrer Juniorprofessur stand Birkner vor der Herausforderung, zwei etablierte Forschungsbereiche – die Gründungs- und die Genderforschung – miteinander zu verbinden. „Ich habe eine Art Pionierarbeit betrieben und Pfade zwischen beiden Welten gesucht“, erzählt sie. Nach und nach schälte sich ein Forschungsdesign heraus, das sie bewusst eher anwendungsorientiert gestaltet habe. „Mein Forschungsbereich ist einfach ein Praxisthema. Eine multimedische, transdisziplinäre Wissenschaft halte ich für den einzig sinnvollen Zugang.“

Der Zuschnitt ihrer Juniorprofessur erklärt sich am besten über die beiden zentralen Begriffe – Entrepreneurship und Female. Unter Entrepreneurship

versteht Birkner hierbei mehr als die klassische Unternehmensgründung im Sinne einer Entwicklung und Verfolgung neuer Geschäftsmodelle. Entrepreneure seien alle, die ein Problem sehen und sich zutrauen, dafür eine Lösung zu entwickeln und umzusetzen – egal ob sie damit das wirtschaftliche Ziel verfolgen, ein Unternehmen aufzubauen beziehungsweise ein etabliertes Unternehmen innovativer zu gestalten oder ob sie gesellschaftlich etwas bewegen möchten. Ähnlich ist es mit dem Begriff „female“: Auch er geht für Birkner über das biologische Geschlecht hinaus. „Ich schließe im Begriff ‚female‘ alle Menschen ein, die eher eine feminine Haltung haben. Für mich stellte sich die Frage, ob es so etwas wie einen femininen Gründungshabitus gibt, unabhängig vom biologischen Geschlecht“, erläutert die Wissenschaftlerin.

Um das zu klären, setzen Birkner und ihr Team vor allem auf explorative Forschungsdesigns. Dabei steht beispielsweise in Interviewstudien das Erkenntnisinteresse im Fokus, mehr über die Zusammenhänge von Gründungsintention und den angenommenen sowie erlebten Herausforderungen von Gründenden zu erfahren. Erstes Ergebnis: Feminin geprägte Gründende suchen stärker als andere nach einem Sinn in dem, was sie tun. „Sie messen ihren Erfolg daran, ob sie qualitativ etwas verändern, während maskulin geprägte Gründende ihren Erfolg eher an quantitativen Wachstumsindikatoren wie Geld festmachen. Dies gilt insbesondere für stark patriarchisch dominierte Sektoren wie beispielsweise die Hightech-Branche“, fasst die Wissenschaftlerin zusammen.

Neben dem Hightech-Sektor fokussiert Birkner in ihren Forschungen aktuell auf die Gesundheitswirtschaft und die digitale Transformation. „Ich lasse mich dabei von der Frage leiten, wo ich über Entrepreneurship Education, also die Förderung von Intention und Kompetenz, unternehmerisch zu denken und handeln, am meisten verändern kann“, sagt Birkner. Die Ge-

sundheitswirtschaft sei geeignet, da der Großteil der Beschäftigten weiblich sei und es somit viele potenzielle Adressaten für die Gründungsförderung gebe. Zudem werde die Gesundheitsbranche wirtschaftlich immer bedeutender. „Experten sagen voraus, dass sich Schlüsselinnovationen des 21. Jahrhunderts im Bereich der psychosozialen Gesundheit verorten werden“, sagt Birkner. „Die noch recht männlich geprägte Gründungswelt müsse die eher weiblich dominierte Gesundheitswirtschaft als zentrales Innovationsfeld entdecken. Ich möchte herausfinden, wie diese Prozesse bestmöglich begleitet werden können“, führt Birkner weiter aus.

## Aufwertung „typisch weiblicher“ Fähigkeiten

Innovationen in der Arbeitswelt prägen ihr drittes Forschungsfeld, die digitale Transformation. „Für mich mehren sich die Indizien, dass ‚typisch weibliche‘ Fähigkeiten wie kommunikative und soziale Kompetenzen eine Aufwertung erfahren werden“, sagt Birkner. Denn in nahezu allen Branchen leite die Digitalisierung einen Kulturwandel ein: Sie stärke das Prinzip des global vernetzten Arbeitens – die Kollaboration rücke in den Mittelpunkt, der „egoistische Macher“ sei nicht mehr gefragt. Hier könne das weibliche Unternehmertum sich mit seinem Fokus auf qualitative Erfolgsmaßstäbe bestens positionieren.

Drei Forschungsfelder mit ganz unterschiedlichen Anforderungen – Birkners Juniorprofessur hat eben selbst auch viel mit unternehmerischem Denken und Handeln zu tun. Die Herausforderung geht sie mit weiblichem Unternehmergeist an – ganz im Sinne Pippis: „Das habe ich noch niemals getan, deswegen bin ich absolut sicher, dass ich es kann!“ Eine entsprechend offene Fehlerkultur wünscht sich Birkner nicht nur in der akademischen, sondern auch in der Gründungswelt. (bb)



## Land- und Gartenbau südlich der Sahara

Wie kann kleinteilige, ökologische Landwirtschaft in zunehmend urbanisierten Regionen südlich der Sahara gelingen? Die Bedingungen und Möglichkeiten für urbane Landwirtschaft in Tansania und Südafrika untersuchen Wissenschaftler der Universität Oldenburg im Verbund mit afrikanischen Partneruniversitäten und Praxispartnern im neuen Projekt ECOSOLA. Das Akronym geht auf den englischsprachigen Titel zurück und steht für „Ökosystem-basierte Lösung für resiliente städtische Landwirtschaft in Afrika“. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie der Deutsche Akademische Austauschdienst fördern das vom Oldenburger Ökonomen Prof. Dr. Bernd Siebenhüner koordinierte Projekt in

den kommenden drei Jahren mit insgesamt rund 800.000 Euro. Die rasant fortschreitende Urbanisierung in vielen Gebieten Subsahara-Afrikas stellt die dortigen Gesellschaften vor ernsthafte Probleme. Die Metropolen Afrikas wie Nairobi (Kenia), Kinshasa (Demokratische Republik Kongo) und Dar es Salaam (Tansania) wachsen sehr schnell und lösen ländlich-agrarische Wirtschaftssysteme in ihrem Umkreis nach und nach ab. Gleichwohl haben sich kleinteilige Landwirtschaft und Gartenbau in den Städten Afrikas etabliert und leisten einen wichtigen Beitrag, um die Bevölkerung zu ernähren. Jedoch haben die Bauern zu kämpfen: mit unsicheren oder unklaren Landnutzungsrechten,

fehlender politischer Akzeptanz, der Verschmutzung von Böden, Wasser und Luft, der unzureichenden Wasserversorgung und massiven Schäden im Fall von Überschwemmungen. Die Wissenschaftler im Projekt ECOSOLA wollen unter anderem einige ökologisch wirtschaftende Modellbetriebe in den Blick nehmen und konkrete Lösungsansätze für urbane Landwirtschaft in Afrika entwickeln. Siebenhüners Arbeitsgruppe „Ökologische Ökonomie“ sowie die Arbeitsgruppe „Landschaftsökologie“ des Oldenburger Ökologen Prof. Dr. Michael Kleyer arbeiten in dem Vorhaben eng zusammen mit der Universität Dar es Salaam und der Nelson Mandela Metropolitan University (Port Elizabeth, Südafrika).



Urban Farming: Auf dem Biohof am Rand der tansanischen Metropole Dar es Salaam dient Fledermausguano als wertvoller Dünger für den Pilzanbau. Anhand ökologisch wirtschaftender Modellbetriebe wie diesem sollen im Projekt ECOSOLA konkrete Lösungsansätze für urbane Landwirtschaft in Afrika entstehen.

## Längengrad – kein Problem für Zugvögel

Zugvögel finden erstaunlich genau ihren Weg: Sie orientieren sich mithilfe des Sonnenstands, der Sterne und des Erdmagnetfelds. Bisher konnten Wissenschaftler so erklären, wie Vögel ihre Kompassrichtung und ihre Nord-Süd-Position bestimmen können. Aber wie sie ihre Ost-West-Position feststellen, war seit Jahrzehnten eines der größten Rätsel der Zugvogelforschung. Genau das haben der Neurobiologe Prof. Dr. Henrik Mouritsen und ein internationales Wissenschaftler-

team nun durch Untersuchungen an Teichrohrsängern herausgefunden. Die Vögel ermitteln die sogenannte magnetische Deklination. Das heißt: Sie nehmen den Winkel wahr, mit dem der magnetische Nordpol vom geografischen Nordpol abweicht. Ihre Ergebnisse präsentierten die Forscher aus Oldenburg, Rybachy und St. Petersburg (beides Russland) sowie Bangor (Wales) in der Online-First-Ausgabe des renommierten Fachmagazins Current Biology.

## Musik baut Brücken

Musik mobilisiert das Gehirn und produziert Glückshormone, wird als therapeutisches Hilfsmittel eingesetzt, dämpft Aggressionen und fördert die geistige und soziale Entwicklung junger Menschen. Letztere stehen im Fokus des dreijährigen Verbundvorhabens „Musikalische Interventionen für nachhaltige Eingliederung und kulturelle Teilhabe bei Kindern und Heranwachsenden mit Fluchterfahrung“ (MINUTE), das das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) bis Ende 2019 mit 250.000 Euro fördert. Das gemeinsame Projekt der Universitäten Oldenburg und Frankfurt am Main beleuchtet zum ersten Mal modellhaft die Potenziale musikalischer Interventionen wie Singen oder Mu-

sizieren für die kulturelle Integration. Zudem will die Studie Hinweise für die Entwicklung von spezifischen Bildungsangeboten liefern, die inhaltlich die kulturelle Integration geflüchteter Menschen aufgreifen. Während sich die Frankfurter Wissenschaftler heranwachsenden Männern widmen, die sich noch in Flüchtlingsunterkünften befinden, beschäftigen sich die Oldenburger Forscher um den Musikwissenschaftler Prof. Dr. Gunter Kreutz mit Grundschulkindern aus geflüchteten Familien. Sie lernen gemeinsam mit einheimischen und bereits sesshaft gewordenen Kindern im Klassenverband. Insgesamt nehmen 200 Drittklässler aus vier Oldenburger Grundschulen an der Studie teil.

## Erfolg beim Hyperloop-Wettbewerb

Das neuartige Transportsystem „Hyperloop“ soll Passagiere mit einer Geschwindigkeit von bis zu 1.200 Kilometern pro Stunde befördern. Studierende der Universität und der Hochschule Emden/Leer schickten ihren Prototypen in den von SpaceX-Gründer und Tesla-Chef Elon Musk initiierten Wettbewerb „Hyperloop Pod Competition II“. Am Ende verpassten sie den Einzug ins Finale im kalifornischen Hawthorne nur knapp – sie

gewannen aber den Innovationspreis als eine von insgesamt vier verliehenen Auszeichnungen. Der Ausrichter SpaceX würdigte damit das ausgefeilte Bremskontrollsystem der selbst entwickelten Magnetschwebe-Kapsel. Im Wettbewerb waren die Oldenburger und Emdener zuvor von technischen Schwierigkeiten auf der Teststrecke ausgebremst worden.

## Damit neues Wissen allen zugutekommt

Den wechselseitigen Austausch mit Wirtschaft, Gesellschaft, Behörden und Kultureinrichtungen intensivieren und so die Innovationskraft der Region steigern: Danach strebt das Transfer-Projekt „Innovative Hochschule Jade-Oldenburg!“ von Universität und Jade Hochschule. Auf rund 11 Millionen Euro bis 2022 beläuft sich die Fördersumme von Bund und Ländern für das einzige in Niedersachsen bewilligte Projekt in der Förderinitiative „Innovative Hochschule“. Es soll neue Zielgruppen, Partnerschaften, Wege und Räume systematisch für den Transfer erschließen.

Das große Transfer-Vorhaben gliedert sich in sieben Teilprojekte: „Schüler-Wissen“ zielt darauf, Jugendliche für wissenschaftliche Fragestellungen zu begeistern. Den Übergang von der Hochschule in die Berufswelt nimmt das Teilprojekt „KarriereWege“ in den Blick. Eine „Innovation(s)Werkstatt“ soll neuen Raum für Entwicklung innovativer Ideen bieten, ein übergreifendes „Innovation(s)Management“ derweil systematisch Innovationspotenziale in der Region ausloten und mobilisieren. Das Teilprojekt „Innovation(s)Labor digital“ dient dem Ziel, praxisnahe Anwendungen für die Herausforderungen des digitalen Zeitalters zu entwickeln. Hinter dem „Innovation(s)Mobil“ verbergen sich ein Bus und ein Schiff, beide ausgestattet mit innovativen Antriebssystemen, die als „Showroom“, mobile Kommunikationsplattform und Experimentierwerkstatt den Innovationsgrad der Region zusätzlich steigern sollen. Zudem soll ein übergreifender „ScienceBlog“ Forschungsaktivitäten und -ergebnisse sowie Innovationen breiten Teilen der Gesellschaft noch einfacher zugänglich machen und sie zu Feedback ermuntern. Ergänzend ist ein „Lab-on-the-Web“ geplant, in dem webbasiert Daten wissenschaftlicher Untersuchungen gesammelt werden.

## Nachwuchsgruppe „RightSeeds“

Produziert die Agrarindustrie das richtige Saatgut für eine zukunftsfähige Landwirtschaft? Können gemeinschaftliche Besitzrechte an Pflanzensorten einen ökologischen und sozialen Wandel im Pflanzenbau anstoßen? Mit diesen Fragen beschäftigt sich die Nachwuchsgruppe „RightSeeds“ um Prof. Dr. Stefanie Sievers-Glotzbach am Institut für Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftspädagogik. Das Verbundprojekt mit der Universität Göttingen, Abteilung Agrarökologie, dem Institut für ökologische Wirtschaftsforschung Berlin und weiteren Partnern aus der Praxis wird für fünf Jahre vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Schwerpunkt So-

zial-ökologische Forschung gefördert. Pflanzenzüchtung hat sich in den vergangenen 100 Jahren zu einem kommerziellen System entwickelt: Das Eigentum an Sorten liegt in der Hand weniger privater Unternehmen. Vor allem für die ökologische Landwirtschaft stellt der Gemeingüteransatz eine Alternative dar. Die Wissenschaftlerinnen richten ihren Blick auf Initiativen, Netzwerke und Unternehmen, die vorrangig nachbaufähige Sorten anbieten, auf private Eigentumsrechte verzichten und den Züchtungsprozess offenlegen. Zudem begleiten sie einen Süd-Nord-Austausch zwischen einer gemeingüterorientierten Kooperative auf den Philippinen und deutschen Initiativen und Unternehmen.

## Molekularer Fingerabdruck erstellt

Ein einziges verändertes Gen im menschlichen Erbgut kann große Effekte haben. Die sogenannte Makula-Dystrophie, bei der die Stelle des schärfsten Sehens in der Netzhaut des Auges erkrankt ist, lässt sich auf eine solche Punktmutation zurückführen. Wissenschaftlern um die Biochemiker Prof. Dr. Karl-Wilhelm Koch und Farina Vocke ist es gemeinsam mit Humangenetikern und Biophysikern aus Tübingen, Verona (Italien) und Philadelphia (USA) nun gelungen, im Erbgut von betroffenen Patienten ein wichtiges Gen zu identifizieren und genau zu untersuchen. Das Gen enthält den Bauplan für ein Protein, das in den Zellen der Netzhaut wichtige Botenstoffe steuert. Die Forscher fanden Hinweise darauf, wie das resultierende fehlerhafte Protein die Zellfunktionen stört. Aus diesen Erkenntnissen erhoffen sie sich auch Rückschlüsse auf andere Formen von Netzhauterkrankungen. Die Ergebnisse sind im Fachjournal „Human Molecular Genetics“ erschienen.

## Daten aus dem Watt

Seit 15 Jahren ist sie fast ununterbrochen im Einsatz und liefert Umweltdaten für die Forschung: die Messstation des Instituts für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM). Die mit verschiedenen Sensoren bestückte Station im Seegatt zwischen Spiekeroog und Langeoog misst beispielsweise den Salzgehalt, die Temperatur oder die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers. Sie arbeitet rund um die Uhr, bei jedem Wetter. Zurzeit nutzen Wissenschaftler vieler Disziplinen die Langzeitdaten der Station für verschiedene Forschungsprojekte. Dazu zählen das Projekt BEFmate, in dem sich Wissenschaftler mit der Biodiversität und Funktion von Ökosystemen befassen, und das Citizen Science Projekt Macroplastics. Die damals völlig neuartige Konstruktion wurde 2002 im Rahmen der DFG-Forschergruppe BioGeoChemie des Watts errichtet. Um auf dem neuesten Stand zu bleiben, wurde in den vergangenen Jahren die Messtechnik überarbeitet und wurden neue Sensoren installiert.

## Graduiertenkolleg

Gemische aus Kohlenwasserstoffen – etwa Erdöl oder Erdgas – sind Grundlage für viele Produkte der chemischen Industrie, von der Schmerztablette bis zur Kunststoffverpackung. Wie lassen sich Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindungen gezielt zu direkten Reaktionen bringen, die sonst nur über Umwege gelingen? Diese Frage steht im Mittelpunkt des neuen Graduiertenkollegs „Aktivierung chemischer Bindungen“ an der Universität, das die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) für zunächst viereinhalb Jahre mit circa 3,5 Millionen Euro fördert. Antworten darauf könnten in der chemischen Industrie Material, Energie und Zeit sparen, den Weg zu möglichen neuen Materialien und Medikamenten eröffnen oder Ölkatastrophen besser bekämpfen helfen. Zwölf Doktorandinnen und Doktoranden forschen seit Herbst auf diesem zukunftssträchtigen Gebiet. Bis zu zwölf weitere Promovierende der beteiligten Arbeitsgruppen am Institut für Chemie und am Institut für Chemie und Biologie des Meeres werden ebenfalls ins Graduiertenkolleg eingebunden. Unter der Ägide von mindestens elf Professorinnen und Professoren wird sich der wissenschaftliche Nachwuchs aus unterschiedlichen Blickwinkeln dem Aktivieren der eigentlich reaktionsträgen Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindungen nähern – beispielsweise vor dem Hintergrund bestimmter Katalysatoren oder Erdöl zersetzender Bakterien. Ziel ist es, neue Methoden zu entwickeln und zu analysieren. Graduiertenkollegs fördern den wissenschaftlichen Nachwuchs an Hochschulen. Ziel der DFG ist es, Promovierende zu qualifizieren, ihre wissenschaftliche Selbstständigkeit zu unterstützen sowie sie auf den komplexen Arbeitsmarkt „Wissenschaft“ vorzubereiten. „Aktivierung chemischer Bindungen“ ist eines von derzeit insgesamt sieben DFG-Graduiertenkollegs an der Universität Oldenburg.

## Hörforscher weiter auf Erfolgskurs

Die Universität hat bei der Exzellenzstrategie, dem Nachfolgeprogramm der Exzellenzinitiative von Bund und Ländern, die erste Hürde genommen: Der Exzellenzcluster-Antrag „Hearing4all: Research for personalized treatment of hearing deficits / Hören für alle: Forschung zur individuellen Behandlung von Hörstörungen“ ist positiv bewertet worden. Die Oldenburger haben basierend auf den Ergebnissen des bisherigen Exzellenzclusters den Antrag gemeinsam mit Hörforschern aus Hannover entwickelt. Bis Februar 2018 muss nun der Vollertrag bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft vorliegen, die endgültige Entscheidung folgt dann im September. Aufbauend auf den Erkenntnissen des bisherigen Exzellenzclusters wollen die Forscher künftig speziell auf die Bedürfnisse der Betroffenen zugeschnittene Lösungen für alle Formen

der Schwerhörigkeit entwickeln. Dafür wollen sie ihre Arbeiten in vier Forschungssträngen bündeln, die einerseits die Entwicklungskette von der Grundlagenforschung zur Hörtechnologie und andererseits den Schweregrad der Schwerhörigkeit abbilden: Der erste Strang zielt darauf ab, mit modernen neurowissenschaftlichen Methoden das komplexe Wechselspiel zwischen Hören, Wahrnehmen und Verarbeiten im Gehirn über die Lebenszeit eines Menschen noch besser zu verstehen. Der zweite umfasst IT-basierte Forschung mit dem Ziel, eine virtuelle vielsprachige Hörklinik aufzubauen. Im dritten Strang wollen die Forscher individuell gezielte Diagnose- und Behandlungsverfahren für Patienten mit mittleren bis starken Einschränkungen und kompletter Gehörlosigkeit entwickeln. Basierend auf den wissenschaftlichen und techni-

schen Erkenntnissen soll im vierten Strang eine grundlegend neue Systemtechnologie für die Hörgeräte der Zukunft entstehen. An dem aktuell geplanten Vorhaben sind 25 Neurowissenschaftler, Mediziner, Psychologen, Linguisten, Physiker und Ingenieure der Universitäten Oldenburg und Hannover sowie der Medizinischen Hochschule Hannover beteiligt. Zudem sind die Jade Hochschule, die HörTech gGmbH, die Hörsentren in Oldenburg und Hannover, die Fraunhofer Projektgruppe Hör-, Sprach- und Audiotechnologie und das Fraunhofer ITEM Projektpartner. Sprecher des geplanten Clusters ist der Oldenburger Physiker und Mediziner Prof. Dr. Dr. Birger Kollmeier. „Hearing4all“ gehört zu den weltweit führenden Zentren in Medizintechnik, Hörforschung, Audiologie, medizinischer Diagnostik und Therapie.



Komplexe Hörumgebungen virtuell simulieren: Mithilfe von Hightech-Laboren entwickeln die Forscher individuelle Hörgeräte für verschiedene Formen der Schwerhörigkeit.





Auch gedanklich gilt es, beweglich zu sein in einer religiös pluralen Welt: Neben reinem Wissen über Religionen, so Joachim Willems, gehe es um das gegenseitige Wahrnehmen und Verstehen.

# Sich herausfordern lassen

Religion – spätestens seit der Jahrtausendwende wieder ein gesellschaftliches Megathema. Wie lässt sich das Zusammenleben in einer religiös vielfältigen Welt gestalten? Eine Frage, mit der sich Religionspädagoge Joachim Willems befasst

Er war jung, er war verliebt – da passten ihm diese Gedanken gar nicht in den Kram. Es war in seiner Studienzeit, als Joachim Willems sich näher mit dem Buddhismus beschäftigte; für einen Studenten der Theologie durchaus nicht ungewöhnlich. Aber für ihn wurde es zu einem prägenden Erlebnis: Was wäre, wenn er dieser Weltanschauung folgte – müsste er dann nicht seine bisherige Sichtweise und Lebenspraxis komplett hinterfragen? Sich im Streben nach Gelassenheit gegenüber dem Leben konsequenterweise zurückziehen, sich also von seiner

Freundin trennen, ins Kloster gehen und meditieren lernen?

Prof. Dr. Joachim Willems, seit dem Frühjahr 2016 am Institut für Evangelische Theologie und Religionspädagogik, folgte dem schon eingeschlagenen Weg, statt ins buddhistische Kloster zu gehen. Aber die intensive Beschäftigung mit verschiedenen Religionen blieb und bleibt sein steter Begleiter, das Thema „interreligiöse Kompetenz“ kristallisierte sich als ein Schwerpunkt seiner Forschung und Lehre heraus.

Interreligiöse Kompetenz: für den promovierten Theologen und Erzie-

hungswissenschaftler eine kulturelle Basiskompetenz, die in der heutigen religiös pluralen Welt jeder braucht. Sie bedeute mehr als reines Wissen über Religionen, nämlich das gegenseitige Wahrnehmen und idealerweise Verstehen. Das heiße auch zu hinterfragen, ob eigentlich überall Religion dahinterstehe, wo man sie vermutet – schließlich habe jeder Mensch eine individuelle Prägung. „Kulturen sind nicht homogen, Religionen auch nicht“, betont Willems, durch dessen Lebenslauf sich seit der Schülerzeit auch immer wieder Aufenthalte in

Russland ziehen, wo er für beide Dissertationen geforscht hat.

Ob angesichts eines Moscheebaus in christlicher Nachbarschaft oder der Debatte um Schulprüfungen im Fastenmonat Ramadan: „Bei interreligiöser Kompetenz geht es darum, religiöse Phänomene aus verschiedenen Perspektiven einordnen zu können“, so Willems. „So kann ich mich auf Situationen interreligiöser Begegnung einstellen – ohne dass vorgegeben wäre, wie ich das tue.“

## „Schlüsselqualifikation des 21. Jahrhunderts“

Diese Fähigkeit werde seit der Jahrtausendwende zunehmend wichtig: „Religion war ja lange aus dem Blickfeld geraten, es ging um Traditionsabbruch und Säkularisierung. Um 2001 herum – unter anderem mit den Attentaten des 11. September – geriet sie wieder stärker ins Blickfeld“, erläutert Willems. „Wenn man heute Nachrichtenschaut oder die Zeitung aufschlägt, ist Religion das Megathema.“ Dabei gehe es oft weniger um selbst, sondern vielmehr um von anderen praktizierte Religion. „Und man merkt, man muss sich damit auseinandersetzen – ob in der Soziologie, Pädagogik oder Religionswissenschaft“, betont Willems. Im Klappentext seines Buchs zur Theorie interreligiöser Kompetenz nennt er diese folglich „eine Schlüsselqualifikation des 21. Jahrhunderts“.

Wie gehen junge Leute mit religiöser Pluralität um? Dieser Frage geht Willems in einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekt nach: „Religiöse Vielfalt erleben – deuten – bewerten“ (REVIER). Anhand der qualitativen Analyse von Interviews mit 14- bis 19-jährigen Christen, Muslimen und nicht religiösen Jugendlichen versucht er, deren Einstellungen und Weltansichten auf die Spur zu kommen. Diese sind zwar nicht repräsentativ, aber Übereinstimmungen erlauben Aussagen auch über die Einzelfälle hinaus – die jeweils

für sich genommen, als Fallstudien, ebenfalls Gelingendes und Defizite im interreligiösen Zusammenleben aufzeigen und so sensibilisieren können.

Etwa der Fall des 17-jährigen Muslims, der vom Singen eines Weihnachtsliedes im Musikunterricht erzählt. Ein Mitschüler, so der Interview-Wortlaut, habe ihm da gesagt: „Jesus Christus ist geboren“, also provozierend. Also nach dem Motto, Jesus Christus ist im Christentum. Siehst du?“ Die Replik dürfte zumindest den Mitschüler überrascht haben: „Hey, na klar, finde ich sogar super, dass wir darüber singen! Das ist ein Prophet, und der hat vieles gebracht. Die Bibel selber gehört ja zu den Büchern Gottes; also im Islam jetzt.“

Willems entwickelte aus dieser Situation auch ein Konzept für eine Religionsstunde – mit Rollenspiel zum möglichen Ausgang, ehe die unerwartete Auflösung folgt, und Anknüpfungspunkten für weitere Schulstunden zu Christentum, Islam und interreligiösen Begegnungen. Diese setzte der zweifache Vater selbst an einem Berliner Schulzentrum um, wo er neben und nach der Habilitation an der Humboldt-Universität unterrichtete.

Die Erkenntnisse aus den insgesamt 30 Interviews, die Willems analysiert hat, sind vielschichtig. Im Hinblick auf die muslimischen Gesprächspartner konstatiert er, dass diese „durch die Bank die Stereotype der nicht-islamischen Mehrheitsgesellschaft kennen und permanent Perspektivenwechsel vollziehen können“. Beispiel: eine Kopftuch tragende Schülerin, die von einem Gespräch mit einer Lehrerin berichtet. Interessant dabei: „dass die vermeintlich vormoderne und undemokratische Schülerin sich beim Tragen ihres Kopftuchs auf individuelle Freiheitsrechte beruft – während die Lehrerin, die sich als Vertreterin einer genau darauf basierenden rechtlich-sozialen und kulturellen Ordnung versteht, der Schülerin diese Rechte abspricht“. Während der Schülerin auch die Denkweise der anderen Sei-

te bewusst sei, so Willems, habe die Lehrerin ihre Sichtweise und sei der Meinung, so ist die Welt. Ähnliche Beispiele kennt er, wenn es um Gebetsmöglichkeiten in Schulpausen geht.

Willems stellte im Projekt REVIER auch fest, „wie schnell man generell, wenn es um das Thema Religion geht, beim Islam ist“. Dort werde religiöse Praxis sichtbar oder manchem erst bewusst und offenbar somit zum Thema. So zeige sich auch das große Interesse seiner Studierenden am Thema interreligiöses Lernen besonders beim Islam. Willems hat eine Islamwissenschaftlerin in seinem Team angestellt, „und deren Seminare sind voll“.

Für den 43-jährigen geht das Thema seiner Professur, Religionspädagogik, über die Fachdidaktik Religion hinaus – und beschreibt zielgerichtete religiöse Kommunikationsprozesse im Kontext der Gesellschaft, nicht nur in der Schule, sondern beispielsweise auch in der Kirchengemeinde. Dennoch sei die Schule ein zentraler Schauplatz, etwa um religiöse und interreligiöse Kompetenz zu vermitteln, „weil es keinen anderen Ort gibt, an dem man tatsächlich alle erreicht“.

## Die Schüler zu eigenen Positionen ermutigen

Besonders wichtig erscheinen ihm dabei subjektive Bezüge: Einen Religionsunterricht, der die Schüler nicht zu einer eigenen Position ermutigt, vergleicht Willems mit „Musikunterricht ohne Hörerlebnis, der Musik nur distanziert anhand von Partituren, Linien, Vorzeichen betrachtet“. Sein Appell nicht nur an die Schüler, sondern auch an die Lehrer: sich – beispielsweise von den teils radikalen Aussagen biblischer Geschichten – berühren, herausfordern lassen, die eigene Haltung zu Sinnfragen klären. So ähnlich, wie er sich einst vom Buddhismus herausfordern ließ. „Mit mir als Individuum geschieht etwas, indem ich mich mit der Welt auseinandersetze, in der Welt handele – darum geht es bei Bildung.“ (ds)



# Wenn Maschinen entscheiden



Werner Damm (l.) und Martin Fränze: „Die Systeme müssen so programmiert werden, dass sie sich an ethischen Normen orientieren.“

Cyberphysische Systeme verändern die Welt wie einst das Internet, davon sind die beiden Informatiker Werner Damm und Martin Fränze überzeugt. Alltagsgegenstände wie Kühlschränke, aber auch komplexe Medizintechnik und Autos werden dabei mit intelligenten Steuerungsprozessen verknüpft, kommunizieren miteinander und entscheiden selbst. Die Oldenburger Wissenschaftler forschen an den technologischen Grundlagen – und an einem ethischen Konzept für die Maschinen, damit der Mensch nicht zu kurz kommt

**Die Automatisierung schreitet un-aufhaltsam voran. Sie beschäftigen sich intensiv mit den technologischen Grundlagen. Wo geht die Reise hin – schafft sich der Mensch in der Arbeitswelt gerade selbst ab?**

**Fränze:** Das ist in der Fachwelt umstritten. Einige Experten sind davon überzeugt und fordern daher ein bedingungsloses Grundeinkommen. Andere meinen, dass die historische Evidenz dagegen spricht. Sie verweisen auf vergangene industrielle Revolutionen, die stattdessen stark veränderte Berufsfelder hervorgebracht hätten.

**Damm:** So oder so kommen große Veränderungen auf uns zu. Beispielsweise im Bereich der Mobilität – da werden mittel- bis langfristig ganze Berufszweige wie Taxifahrer, Bus- und Lkw-Fahrer verschwinden.

**Künstliche Intelligenz scheint nur noch eine Frage der Zeit. Wo würden Sie Grenzen ziehen?**

**Fränze:** Wichtig sind vor allem klare Vorgaben. Toll, wenn der Computer selbst dazulernen kann, um uns in schwierigen Situationen zunehmend bessere Hilfestellungen zu geben. Das Systemverhalten muss aber vorhersehbar bleiben und sich am gesellschaftlichen Konsens zu verantwortungsvollem Handeln orientieren. Sonst wird man das System kaum nutzen.

**In welchen Bereichen erwarten Sie besondere Fortschritte?**

**Damm:** An der Universität erforschen wir beispielsweise, wie die medizinische Versorgung und Nachsorge technisch optimiert werden kann. Nehmen Sie Intensivstationen: Hier

wird das Personal mit einer Flut von Informationen konfrontiert. Neben der Herzfrequenz gibt es viele weitere Vitalparameter, die ebenfalls kritische Situationen abbilden, aber oft „unter dem Radar“ laufen. Tatsächlich ist bekannt, dass 30 Prozent der Todesfälle in postoperativen Phasen vermieden werden könnten, wenn das Personal in der Lage wäre, aus der Unmenge von Einzelsignalen und dem tiefen medizinischen Wissen großer Datenbanken ein sinnvolles Gesamtbild zu kreieren – etwa mithilfe intuitiver Oberflächen. Das ist ein fantastisches Beispiel für eine sinnvolle Informationsverdichtung, bewirkt durch cyberphysische Systeme.

**Fränze:** Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist die Gestaltung der Energieversorgung. Schon heute

werden die schwankende Nachfrage und das Angebot nach Strom ständig gesteuert und ausgeglichen. Diese Aufgabe wird bei dem zunehmenden Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen immer komplexer. Benötigt werden Systeme, die es ermöglichen, dass Energieerzeuger, Speicher und Energieverbraucher intelligent miteinander kommunizieren. Dabei verschmilzt die physische Welt mit der virtuellen, um uns ganze neue Möglichkeiten der Einflussnahme auf dieses unheimlich komplexe System zu geben. Das Elektrofahrzeug als Zwischenpuffer für überschüssige Energie oder die sich angebotsabhängig einschaltende Waschmaschine sind ja nur Vorboten.

**Damm:** Drittes großes Feld ist das autonome Fahren mit dem Ziel, Unfälle





## Prof. Dr. Werner Damm

Werner Damm, seit 1987 Hochschullehrer am Department für Informatik der Universität Oldenburg, leitet die Abteilung Sicherheitskritische Eingebettete Systeme und ist Direktor des Forschungszentrums Sicherheitskritische Systeme. Damm hat den Forschungs- und Entwicklungsbereich Verkehr am An-Institut OFFIS – Institut für Informatik etabliert, dessen Vorstandsmitglied er ist. Zu seinen Arbeitsschwerpunkten gehören Techniken zur mathematisch exakten Verifikation und Analyse von sicherheitskritischen eingebetteten Systemen.

zu reduzieren, Ressourcen effizienter zu nutzen und Emissionen zu minimieren...

### Das ist Ihr Schwerpunkt. Woran forschen Sie genau?

**Damm:** Um nur ein Beispiel zu nennen: In Deutschland gibt es ein vom Bundeswirtschaftsministerium gefördertes Projekt namens Pegasus, an dem wir beteiligt sind. Es geht dabei um Teststandards, also allgemein akzeptierte Methoden und Werkzeuge für die Überprüfung hochautomatisierter Fahrzeugfunktionen. Im Fokus stehen Systeme, die für einen gewissen Zeitraum in spezifischen Situationen die Regie übernehmen können. Der Fahrer soll dabei die Technik nicht dauerhaft überwachen müssen und so gewisse Nebentätigkeiten ausüben können.

**Fränzele:** Das ist der erste Schritt. Irgendwann wird man die Fahrfunktionen komplett dem Fahrzeug überlassen.

### Aber sicher nicht ohne die erwähnten Teststandards, die die Industrie benötigt, um solche autonomen Systeme auf die Straße zu bringen?

**Fränzele:** Die Testmethodik ist in der Tat eine riesige Herausforderung und auch einer unserer Schwerpunkte. Wir möchten wissen: Wie müssen die Softwarearchitekturen und unsere Validierungsmethoden gestaltet werden, damit die mit der Automatisierung verbundenen sehr hohen Sicherheitsziele erreicht und belegt werden können?

### Was heißt das konkret?

**Damm:** Nehmen Sie unseren abgeschlossenen Sonderforschungsbereich AVACS. Hier haben wir zum Beispiel die Sicherheit von verkehrstechnischen

Anwendungen in allen drei Bereichen – Auto, Flugzeug und Bahn – mit mathematischen Methoden nachgewiesen. Wir wissen also, wie man die automatisierten Systeme bauen muss, damit sie beherrschbar bleiben. Außerdem sind wir aktuell an ENABLE3 beteiligt...

### Ein Projekt, das von der EU gefördert wird...

**Damm:** Genau. Dabei geht es um das Testen hochautomatisierter Systeme. In unserem Projekt installieren wir virtuelle Teststände, um zu eruieren, wie sich ein autonomes Fahrzeug in allen denkbaren Szenarien verhält. Wie funktioniert zum Beispiel die Wahrnehmung der Situation, wie die Objektidentifikation? So können wir auch ohne Testkilometer auf der Straße überprüfen, ob und wann die Reaktion des Fahrzeugs adäquat ist.

### „Letztlich macht die neue Technik nur Sinn, wenn sie dem Menschen dient.“

Werner Damm

### Durch die Automatisierung wird Autofahren zu einer Mobilitätsdienstleistung. Sind die Menschen schon bereit dafür?

**Fränzele:** Es kommt darauf an: Habe ich ein situativ autonom fahrendes System, das nur auf der Autobahn zwischen Auf- und Abfahrten manövriert? Damit bewahre ich meine eigene Fahrfähigkeit, kann ausprobieren und Vertrauen aufbauen. Oder fährt das Auto vollautomatisch? Dann könnte ich meine Kinder in den Wagen setzen und sagen: „Fahre sie zur Musikschule.“ Hier wären die Vorbehalte sicher deutlich größer.

**Damm:** Die Akzeptanz hängt insgesamt stark davon ab, wie sehr der Mensch dadurch, dass er selektiv „im Loop“ bleibt, Vertrauen zur autonomen Fahrzeugführung aufbauen kann. Eines muss dabei immer klar sein: Letztlich macht die neue Technik nur Sinn, wenn sie dem Menschen dient und von ihm akzeptiert wird.

### So oder so ist die Verantwortung, die das Fahrzeug übernimmt, groß. Macht die Automatisierung die Straßen wirklich sicherer?

**Damm:** Das ist ein heißes Thema. Um mal eine Zahl zu nennen: Im deutschen Straßenverkehr haben wir jährlich rund 3.500 Unfalltote. Ursächlich dafür ist zumeist der Mensch – wir sind unachtsam, fallen beispielsweise in Sekundenschlaf. An dieser Stelle ist Automatisierung dem Menschen natürlich überlegen. Die Sensorik ist immer aktiv, es wird also dauernd eine Lagebewertung vorgenommen. Schon heute können wir sogar mit sogenannten virtuellen Horizonten um die Ecke gucken. Insofern ist damit zu rechnen, dass die Anzahl der Unfalltote signifikant sinken wird.

### Herr Damm, als Mitglied einer Arbeitsgruppe der Ethikkommission des Bundesverkehrsministers haben Sie Leitlinien zum automatisierten Fahren mit verabschiedet. Worum ging es?

**Damm:** Die Herausforderung, der wir uns beim hochautomatisierten Fahren stellen müssen, ist, dass all das, was sonst ein Mensch entscheidet und verantwortet, auch in kritischen Fahrsituationen vom Fahrzeug übernommen wird. Das Verhalten des Systems muss entsprechend programmiert werden. Zwei der zentralen Fragen, die wir in der Arbeitsgruppe diskutiert haben,



In einem Fahrsimulator erproben Wissenschaftler von Universität und OFFIS Assistenzfunktionen für selbstfahrende Autos.

waren daher: Wie kann man die Entscheidung so gestalten, dass sie für den Menschen gut nachvollziehbar und transparent ist? Und wie stellen wir sicher, dass sie den gesellschaftlich anerkannten Wertevorstellungen entspricht?

### Zu welchen Ergebnissen ist die Kommission gekommen?

**Damm:** Erstens, dass Menschenleben prinzipiell schützenswerter sind als Dinge. Punkt zwei bezieht sich auf die viel zitierte Dilemma-Situation, in der ein autonomes Fahrzeug zwischen zwei Übeln entscheiden muss: Fährt es in eine Menschengruppe mit zwei Personen oder in eine mit fünf? Dürfen Menschenleben also gegeneinander aufgewogen werden? Die Kommission hat dem eine klare Absage erteilt in Analogie zu einem Urteil des Bundesverfassungsgerichts zu Flugzeugentführungen und einer in diesem Kon-

text diskutierten Abschlussbefugnis. In einem solchen Fall darf das Leben der Passagiere an Bord nicht zugunsten des Lebens einer größeren Menschenanzahl am Boden geopfert werden.

### „Es geht um die Übernahme von Regeln, an die sich auch eine Maschine halten muss.“

Martin Fränzele

### Das sind hochkomplexe Fragestellungen, die sicher nicht von Informatikern allein beantwortet werden können...

**Fränzele:** Wir vollziehen in der Tat gerade einen Paradigmenwechsel. Bisher waren wir es als Ingenieure gewohnt, Systemmodelle zu bauen und zu analysieren, die perfekte Blaupausen unserer Software- und Hardwareprodukte

darstellen. Beim teilautonomen Fahren können unsere Modelle nicht mehr perfekt sein, denn sie müssen den Menschen mit seinen Eigenschaften in das Gesamtsystem einbeziehen. Nur so können wir die dynamische Interaktion zwischen Mensch und Maschine analysieren.

### Sie brauchen also die Erkenntnisse auch anderer, vor allem gesellschaftswissenschaftlicher Disziplinen?

**Fränzele:** Das ist so. Etwa die Erkenntnisse der Psychologie, Philosophie, Soziologie, Politik- und Rechtswissenschaften. Die Systeme müssen so programmiert werden, dass sie sich beispielsweise an ethischen Normen orientieren.

### Da wäre dann zum Beispiel die Philosophie gefragt...

**Fränzele:** Genau, denn es geht um die





### Prof. Dr. Martin Fränze

Martin Fränze, seit 2004 Hochschullehrer am Department für Informatik der Universität Oldenburg, leitet die Abteilung Hybride Systeme. Der Informatiker ist zudem Bereichsvorstand und Wissenschaftlicher Leiter im Forschungs- und Entwicklungsbereich Verkehr am An-Institut OFFIS – Institut für Informatik. Zu seinen Arbeitsschwerpunkten gehören die mathematische Modellierung sowie der Entwurf, die Synthese und Verifikation sicherer eingebetteter Computersysteme.

Übernahme von Regeln für menschliche Handlungen, an die sich auch eine Maschine halten muss. Verbunden mit der Frage, unter welchen Bedingungen bestimmte Aktionen ge- oder verboten sind.

**Damm:** Die Psychologie wiederum liefert uns wichtige Ansätze zur Erklärung des menschlichen Verhaltens: Wie etwa kann das technische System herausfinden, was der Mensch gerade vor hat? Wie kann dessen Aufmerksamkeit gesteuert werden? Und wie können Systeme dem Menschen ihre Entscheidungen erklären?

**Wie ist es um die rechtliche Beherrschbarkeit autonomer Systeme bestellt? Der Mensch gibt ja Verantwortung an die Maschine ab.**

**Damm:** Das ist ein wichtiger Aspekt – und die Lage ist komplex. Schließlich werden bei sicherheitsrelevanten Fahrentscheidungen nicht nur Informationen einbezogen, die vom Fahrzeug selbst stammen, für die also der Hersteller verantwortlich ist. Auch Informationen von anderen Fahrzeugen werden per Funk übertragen. Was

aber, wenn das Auto vor einem die Welt anders wahrnimmt und falsche Daten liefert? Oder wenn Kommunikationsleitungen „gehackt“ wurden? Zum anderen benötigt das autonome System hochaktuelle Karten – und diese Daten kommen aus der Cloud. Wer stellt sicher, dass die Karten nicht verfälscht wurden?

**Fränze:** Ein weiterer Aspekt ist, dass global eingesetzte cyberphysische Systeme auch sämtlichen länderspezifischen Kontexten entsprechen müssen. Die Regelungen zur Privatsphäre sind in Europa zum Beispiel ganz anders als in den USA. Wie kann man also solche Systeme derart gestalten, dass sie parametrisierbar sind für die jeweils gesellschaftlich gesetzten Rahmenbedingungen?

**Stimmen denn hierzulande schon die Rahmenbedingungen? Ist es rechtlich erlaubt, automatisiert zu fahren?**

**Fränze:** Vor Kurzem wurde die Straßenverkehrsordnung angepasst, so dass eine Zulassung von Fahrzeugen, die selbstständig fahren, nun möglich

ist. Aber mit den klaren Spielregeln, dass eine gerichtlich nachvollziehbare Übergabe zwischen Fahrer und technischem System geschieht und dass der Mensch weiterhin „im Loop“ sein muss. Der Zeitpunkt passt, da sich entsprechende Fahrzeuge bereits in der Entwicklungsphase befinden.

**Damm:** Ebenfalls sehr erfreulich ist, dass das europäische Parlament wichtige Spielregeln verabschiedet hat: Wann immer ein autonomes System Entscheidungen trifft, die sicherheitsrelevant sind, muss es erklären, warum es diese oder jene Handlungen vollzogen hat und auch die zugrundeliegende Maxime darlegen. Das sorgt für die nötige Transparenz und beugt möglichen Manipulationen vor.

**Die Herausforderungen sind also immens...**

**Damm:** Ja. Wir arbeiten daher mit vielen Partnern zusammen – nicht nur aus der Forschung, sondern auch aus der Industrie. In Deutschland ist das Klima dafür zum Glück sehr konstruktiv. Schließlich stellt man sich ähnliche Fragen, etwa, was es heißt, menschengerechte Techniken einzusetzen. Oder wie man neben künstlicher Intelligenz auch ein soziales Gewissen in die Architektur von Computern einbauen kann.

**Wann rollen denn nun die ersten automatisierten Autos über Deutschlands Straßen?**

**Fränze:** Bei situativ autonomen Fahrzeugen sind wir in drei bis fünf Jahren so weit. Für das überall sichere vollautomatisierte Fahren benötigen wir viel mehr Zeit – hier streuen selbst optimistische Prognosen der Hersteller extrem.

*Interview: Corinna Dahm-Brey, Volker Sandmann*



Autonome Systeme wie das selbstfahrende Auto nehmen dem Menschen wichtige Entscheidungen ab. Was aber, wenn es ausweglos um Leben oder Tod geht? Sind derartige Ereignisse überhaupt normier- und programmierbar?

# Moralisches Dilemma

Autonome Systeme erobern unsere Welt und treffen selbstständig Entscheidungen. Doch auf welcher Basis? Welchen moralisch-ethischen Grundregeln folgen sie? An dieser Mensch-Maschine-Schnittstelle forschen der Philosoph Mark Siebel und der Neuropsychologe Jochem Rieger

Wir leben in einer Welt, in der wir immer häufiger Entscheidungen an technische Systeme abgeben: Wer heute einparkt, wird von seinem Assistenzsystem in die Parklücke eingewiesen. Wer eine Autofahrt antritt, lässt sich von seinem Navigationsgerät führen und vertraut darauf, dass es den richtigen Weg findet. Im OP-Saal gehen Roboter dem Chirurgen zur Hand und operieren auf einen Zehntelmillimeter genau. Die technologische Weiterentwicklung – Jahrzehnte als science-fiction belächelt – ist längst Gegenwart. Für die einen stellt die Entwicklung dieser cyberphysischen

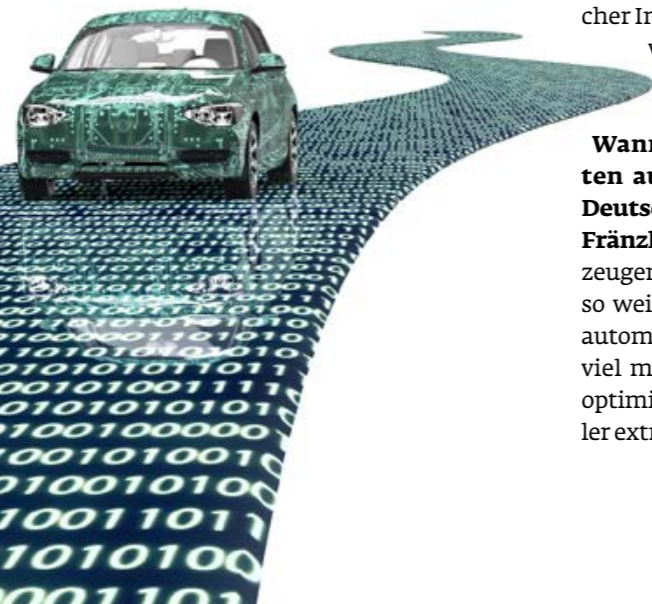
Systeme eine große Chance dar, andere befürchten, dass die Automatisierung schon bald ganze Berufszweige verdrängen wird: Wer braucht Lkw-Fahrer, wenn die „Brumms“ allein unterwegs sind? Oder Chirurgen, wenn Roboter präziser operieren?

### Neue Fragestellungen betreffen die gesamte Gesellschaft

Ob Befürworter oder Gegner – aus dem Technologie-Fortschritt ergeben sich Fragestellungen, die die gesamte

Gesellschaft betreffen: Wenn zunehmend Maschinen für uns entscheiden und lernen, auf unvorhergesehene Ereignisse zu reagieren, besteht da nicht die Gefahr der gesellschaftlichen Entmündigung? Können wir am Ende überhaupt noch nachvollziehen, warum eine Maschine eine Entscheidung getroffen hat? Und in welchem Ausmaß wollen wir Entscheidungen an technische Systeme abgeben? An der Universität suchen Wissenschaftler verschiedener Disziplinen nach Antworten. „Denn eines ist klar: Wenn sich Forschung und Politik nicht mit dem Thema auseinandersetzen, wird am

Wird die Straße bald auch zur Daten-Autobahn? Technisch sind selbstfahrende Autos bereits weit entwickelt, rechtliche und ethische Fragen jedoch noch ungeklärt.





Ende die Industrie die Richtung vorgeben“, ist Prof. Dr. Jochem Rieger überzeugt. Ob die Gesellschaft dann noch nachvollziehen kann, wie und warum technische Systeme bestimmte Entscheidungen fällen, bezweifelt der kognitive Neuropsychologe, der unter anderem zur kooperativen Zusammenarbeit von Mensch und Maschine forscht. Sein Schwerpunkt liegt in dem Zyklus „Wahrnehmen, Informationen verarbeiten, Handeln“. „Über diesen Zyklus interagiert der Mensch mit seiner Umwelt. Wir wollen verstehen, wie das genau im Gehirn funktioniert. Entscheidungen sind in diesem Zyklus eine notwendige Voraussetzung für eine Interaktion mit der Welt.“ Sein Team versucht anhand von Gehirnaktivierungsmessungen psychologische Zustände des Menschen vorherzusagen: Ob jemand übermüdet am Steuer sitzt, gestresst oder kognitiv überbelastet ist. „Sind wir in der Lage, diesen Status zu messen und vorherzusagen, könnten wir dem System zusätzliche Informationen über den Menschen liefern, ob er ‚ansprechbar‘ für eine gemeinsame Entscheidungsfindung ist“, erklärt Rieger. Auch ließe sich möglicherweise feststellen, über welchen der fünf Sinne die Maschi-

ne den Partner aktuell am besten erreicht: „Ist der auditive Kanal belegt, weil sich der Mensch unterhält, würde das System versuchen, über den visuellen Kanal Kontakt aufzunehmen“, so der Wissenschaftler. Damit eine Zusammenarbeit funktioniert, müssen Forscher Wege finden, wie Mensch und Maschine in ihrer Zielverfolgung, in ihren Handlungen so miteinander integriert werden, dass sie ihre wechselseitigen Schwächen ausgleichen und ihre Stärken bündeln. „Möglicherweise können wir dann Aufgaben lösen, die wir derzeit gar nicht überschauen können“, so Rieger. Jemand, der beispielsweise einen Produktionsplan erstellt, bekommt durch die Interaktion mit einem technischen System einen neuen Überblick von den Produktionsmaschinen, verbessert daraufhin Arbeits- und Produktionsprozesse und spart auch noch Ressourcen. „Ein abstraktes Beispiel, das zeigt, wie Mensch-Maschine-Systeme die Fähigkeiten und Ziele, die Menschen erreichen können, erweitern können. Die Gesellschaft muss weg von der eher pessimistischen Sichtweise und sollte die Chancen nutzen, um die Kooperation zwischen Mensch und Maschine zu optimieren“, sagt Rieger.

Was einleuchtend klingt, bedarf einer breiten gesellschaftlichen Akzeptanz, genauer Systemvorgaben und der Berücksichtigung ethischer Wertvorstellungen. „Einfach ausgedrückt: Jemand muss dem System im Vorfeld sagen, welche Entscheidungen in verschiedenen Situationen gut oder schlecht sind“, bringt es Prof. Dr. Mark Siebel vom Institut für Philosophie auf den Punkt. An dieser Schnittstelle treffen die Kollegen Rieger und Siebel aufeinander und profitieren vom Know-how des jeweils anderen. „Uns Neurowissenschaftler interessiert vor allem die technische Seite: Wir nehmen ein System, implementieren es und fragen die Menschen, die mit dem System interagieren, welche Handlungen ihnen gefallen und welche sie schlecht finden. Aber daraus können wir keine ethischen Richtlinien ziehen. Dazu bedarf es der Philosophen, die geübt sind in der ethischen Reflexion“, erklärt Rieger. „Wir wiederum profitieren von den Daten der Neurowissenschaftler“, ergänzt Siebel.

### Entscheiden Algorithmen über Leben und Tod?

Ihn interessiert in diesem Zusammenhang vor allem die Moralphilosophie: Was sind moralisch gute und schlechte Entscheidungen? „Da passen autonome Systeme und wie sie lernen, richtige Entscheidungen zu treffen, gut ins Bild“, so Siebel. Allerdings sei längst nicht immer klar, was in bestimmten Situationen moralisch richtig oder falsch ist – „da streiten sich selbst die Philosophen“, gibt Siebel zu bedenken. An dieser Stelle gern zitiert: das als „Weichenstellerfall“ bekannte Trolley-Problem, also die Frage, was man tun soll und wen man opfern würde, um auf Gleisen eingeklemmte Personengruppen vor einer Straßenbahn zu retten. Es wirft eine alte philosophische Frage rund um ein schweres moralisches Dilemma auf. Der Betroffene befindet sich dabei immer in einer schier unlösbaren

Zwickmühle: Ist es gerechtfertigt, den Zug auf ein anderes Gleis zu lenken, wo er zwar auch einen Menschen überfahren würde, aber eben nur einen? Es ist ein Dilemma, in das auch ein autonomes Fahrzeug geraten könnte: Wie soll der Algorithmus da entscheiden, ob das von ihm gesteuerte Auto einen 80-jährigen tötet, um fünf Kindern das Leben zu retten? Argumentiert man im Sinne des Utilitarismus, einer der drei großen Denkrichtungen in der Ethik, würde die „Netto-Rettung“ von fünf Personen das Umbringen einer Person rechtfertigen. „Schwierig, denn da würden Menschenleben gegeneinander aufgewogen werden. Andererseits: Wie sieht eine Alternative aus? Ein Zufallsgenerator, der entscheidet, kann kaum die Lösung sein“, sagt Siebel. Kein Wunder also, dass die von Verkehrsminister Alexander Dobrindt eingesetzte „Ethikkommission für automatisiertes und vernetztes Fahren“ zu dem Ergebnis kommt, dass „Kollege Computer“ am Steuer schwere moralische Dilemmata nicht lösen kann: „Echte dilemmatische Entscheidungen“ wie eine über „Leben gegen Leben“ seien von der konkreten tatsächlichen Situation „unter Einschluss ‚unberechenbarer‘ Verhaltensweisen Betroffener abhängig. Sie sind deshalb nicht eindeutig normierbar und auch nicht ethisch zweifelsfrei programmierbar“. Die Begründung zeigt, wie die Automatisierung die Menschen zwingt, sich mit den Graubereichen der Ethik zu beschäftigen, die sie früher der akademischen Philosophie und dem Zufall auf der Straße überlassen konnten. Denn welcher Autofahrer ist schon in der Lage, in einer Extremsituation binnen Millisekunden eine rationale ethische Entscheidung zu treffen? Da bleibt der Mensch unberechenbar.

### Gefragt: kulturadaptive Systeme

Nicht unwesentlich für die Entscheidungen künftiger autonomer Systeme ist der kulturelle Hinter-



Mark Siebel: „Jemand muss dem System im Vorfeld sagen, welche Entscheidungen in verschiedenen Situationen gut oder schlecht sind.“

grund des Einsatzgebiets: „Die Kulturadaption dürfen wir nicht vergessen“, so Siebel. Während hierzulande das Wohlergehen eines Kindes Priorität habe, gebe es Kulturen, in denen alte Menschen besonderen Schutz genießen, Kühe heilig sind oder Ziegen wertvoller als Hunde – Details, die beim Programmieren berücksichtigt werden müssen. Rieger geht noch einen Schritt weiter: „Autonome Fahrssysteme, so wie wir sie hier in Deutschland diskutieren, werden in einer Stadt wie Neu-Delhi nicht funktionieren!“ Der Verkehr funktioniert dort mit sehr wenigen Normen, die sich aufgrund kultureller Unterschiede auch noch stark von den unseren unterscheiden. Jedes autonome Fahrzeug, ausgestattet mit „westeuropäischen Sensoren“, wäre da überfordert. Welche Algorithmen sollten da noch richtige Entscheidungen treffen?

### Entscheidungsfindung muss nachvollziehbar sein

Eines steht für die beiden Wissenschaftler fest: Autonome Systeme müssen so funktionieren, dass ihre Entscheidungsfindung nachvollziehbar ist. „Wir wissen aus der Rechtsprechung, dass die Motivation für eine Handlung auch immer in die Bewertung des Ergebnisses der Handlung mit eingeht“, erklärt Rieger. Stirbt ein Mensch, ist es ein Unterschied, ob jemand ihn mutwillig, geplant mut-

willig oder böswillig umgebracht hat oder ob sich die Tat durch unglückliche Umstände ereignet hat. „Für die Bewertung spielt somit die Begründung eine große Rolle, deshalb muss sie auch für die Bewertung von Ergebnissen autonomer Systeme eine Rolle spielen“, fordert Rieger. Für ihn gibt es noch einen weiteren Grund, die Entscheidungsfindung im Blick zu behalten: Eine selbstlernende Maschine liefert in Testsituationen Ergebnisse, die im Einklang damit stehen, wie andere Menschen entschieden hätten. „Wenn Sie aber ins Betriebsinnere des Systems gucken, stellen Sie eventuell fest, dass es völlig andere Begründungen für seine Handlungen anbringt als erwartet, beispielsweise rassistische Motive. So etwas lässt sich am Ergebnis aber nicht erkennen.“ Ob sich in der Realität die Beweggründe aus den Algorithmen extrahieren lassen? Rieger und Siebel: „Da sind unsere Kollegen aus dem Bereich des maschinellen Lernens gefragt.“ Das Beispiel zeigt in jedem Fall: Die optimale Entscheidung ist nicht das Ziel, vielmehr eine gut begründete.

Für Rieger und Siebel bieten autonome Systeme viele Chancen, um gesellschaftliche und wirtschaftliche Herausforderungen zu bewältigen. Den Prozess, bis es so weit ist, wollen sie mit richtungsweisenden Inhalten füllen. „Wir sind lange noch nicht so weit, Antworten zu geben, wir müssen erst einmal die richtigen Fragen stellen.“ (kl)



Jochem Rieger: „Die Gesellschaft muss weg von der eher pessimistischen Sichtweise und sollte die Chancen nutzen.“





Welche gesellschaftlichen und rechtlichen Folgen bringt die zunehmende Hochautomatisierung mit sich? Jürgen Taeger (l.) und Markus Tepe sehen sich als Wissenschaftler in der Verantwortung.

# Zum Wohle des Menschen

Wenn reale und virtuelle Welt verschmelzen, erleichtert das in vielerlei Hinsicht den Alltag. Doch wer trägt die Verantwortung für die Computersysteme, die immer stärker in unser Leben eingreifen? Jürgen Taeger und Markus Tepe suchen nach Antworten – juristisch und politisch

Ein autonom fahrendes Auto weicht einem Hindernis aus. So weit, so gut. Was aber, wenn das Ausweichmanöver aufgrund von fehlerhaften Daten ausgelöst wurde? Es also gar kein Hindernis gab und das plötzlich ausserer Auto andere Verkehrsteilnehmer gefährdet? „Wenn wir immer mehr Verantwortung an Computer abgeben, sollten wir auch die Folgen im Blick behalten – für jeden Einzel-

nen und die gesamte Gesellschaft“, sagt Rechtswissenschaftler Prof. Dr. Jürgen Taeger. Sein Forschungspartner, Politikwissenschaftler Prof. Dr. Markus Tepe, ergänzt: „Die Technik immer weiterzuentwickeln, ist nur eine Seite der Medaille. Der Mensch darf bei alledem nicht in Vergessenheit geraten. Dazu wollen wir mit unserer Forschung beitragen.“ Der Jurist und der Politikwissenschaftler arbeiten

eng mit Informatikern, Philosophen, Psychologen und Soziologen zusammen. Ihr Ziel: Die gesellschaftlichen, rechtlichen und ethischen Folgen der cyberphysischen Systeme (CPS) analysieren – vorausschauend, sodass der Mensch rechtzeitig regulierend eingreifen kann.

CPS ist ein Kunstwort. Es beschreibt die Vernetzung der physikalischen Welt der Maschinen, An-

lagen und Geräte mit der virtuellen Welt des Internets, dem Cyberspace, sodass ein autonomes und intelligentes, sich selbstständig organisierendes Netzwerk entsteht. Erste Ansätze sind bereits heute beispielsweise in Navigationsgeräten zu finden, wenn neben aktuellen Stauinformationen auch Bewegungsprofile der Verkehrsteilnehmer herangezogen werden, um bessere Alternativrouten anbieten zu können. Zukünftige CPS werden weit darüber hinausgehen und etwa in der Industrie zu einer smarten Fabrik mit hoher Effizienz führen. Als Teil eines intelligenten Stromnetzes kann ein CPS Energienetze steuern oder Patienten und Ärzte so miteinander vernetzen, dass Ferndiagnosen und die medizinische Versorgung zu Hause möglich werden.

## Eine schöne neue Welt

Für Taeger und Tepe sind das grundsätzlich positive Entwicklungen, denn in der Automatisierung und Vernetzung steckt großes Potenzial für wachsenden gesellschaftlichen Wohlstand. Das klingt nach einer schönen neuen Welt. „Doch als Wissenschaftler“, sagt Taeger, „können wir das Geschehen nicht einfach sich selbst überlassen. Jemand muss sich mit der Frage nach der Verantwortung auseinandersetzen.“ Erste Anzeichen hierfür seien bereits erkennbar: Beispielsweise habe die Bundesregierung verschiedene Expertengremien ins Leben gerufen – darunter ein sogenanntes High-tech-Forum, in dem sich Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und gesellschaftlichen Gruppen mit dem Thema auseinandersetzen oder die vom Bundesverkehrsministerium eingesetzte Ethikkommission zum autonomen Fahren. Doch zu den gesellschaftlichen Folgen und den rechtlichen Implikationen, die die neuen Technologien mit sich bringen könnten, finde man in den Berichten dieser Kommissionen bisher nur vage Aussagen.

Für den Juristen Taeger stellt sich vor allem eine Frage: Ist unsere Rechtsordnung auf den Einsatz von CPS ausreichend vorbereitet? „Möglicherweise muss der Gesetzgeber bestehende Gesetze nachjustieren und neue Regulierungen schaffen.“ Zwar sei das Straßenverkehrsgesetz mittlerweile an das bereits mögliche teilautonome Fahren angepasst worden. Doch das sei erst ein Anfang und überdies nicht gut gelungen. Taeger sieht gleich mehrere Rechtsfelder von der zunehmenden Automatisierung betroffen – die Haftung, den Datenschutz, das allgemeine Zivilrecht und sogar das Verfassungsrecht. Denn eins ist klar: Menschliche Entscheidungen werden angesichts künftiger selbstlernender Systeme der künstlichen Intelligenz eine geringere Rolle spielen. „Daraus ergibt sich eine entscheidende Konsequenz für Haftungsfragen: Die derzeitige Verschuldenshaftung des Fahrers beim autonomen Fahren entfällt. Dann gibt es niemanden mehr, der am Lenkrad sitzt und schuldhaft handelt“, stellt der Jurist klar. Möglicherweise könne der versicherte Halter haften, der ein solches risikobehaftetes Fahrzeug in den Verkehr bringt, bei fehlerhaften Algorithmen auch der Hersteller und dessen Zulieferer. „Es gibt eine offene Frage der Schadensumverteilung. Wir müssen klären, wer in diesem Zusammenspiel von Mensch und Technik für einen Schaden verantwortlich und haftbar gemacht werden kann.“

Eine weitere Herausforderung für das Haftungsrecht besteht, wenn autonome Fahrzeuge untereinander kommunizieren. Das gehe so weit, dass ein Fahrzeug das Verhalten eines anderen beeinflussen könne, indem es beispielsweise vor einer gefährlichen Situation warne und ein Abbremsen selbstständig in die Wege leite. „Kommt es dadurch zu einem Unfall, ist nur schwer nachzuvollziehen, wo die Ursache lag“, sagt Taeger. Möglicherweise komme da auch der Telekommunikationsanbieter ins Spiel, wenn Daten fehlerhaft oder gar nicht übermittelt wurden. Die Netze sind

kritische Systeme, bei denen die IT-Sicherheit auch vor Angriffen gewährleistet sein muss. „Zu diesen Haftungsfragen werden wir in den kommenden Jahren intensive Diskussion führen“, kündigt der Jurist an.

Wenn Autos untereinander Daten austauschen, stellt sich zudem die Frage nach dem Umgang mit diesen Informationen – Stichwort Datenschutz. Hier hat der Gesetzgeber laut Taeger bereits reagiert: Das Straßenverkehrsgesetz regelt, welche Daten zu welchem Zweck an wen übermittelt werden dürfen.

Größeres Kopfzerbrechen bereiten den Rechtswissenschaftlern dagegen neue zivilrechtliche Herausforderungen. „Wenn wir über autonome Systeme reden, sprechen wir über Computersysteme, die selbstständig handeln“, sagt Taeger. Er denkt beispielsweise an Roboter in der industriellen Fertigung, die selbst messen können, ob sie abgenutzte Verschleißteile haben. „Diese Roboter könnten dann selbstständig Ausschreibungen tätigen und sogar entscheiden, wem sie den Auftrag geben. Es sind dann also nicht mehr Menschen, die Verträge schließen, sondern autonome cyberphysische Systeme“, spinnt der Forscher den Faden weiter. In Fachkreisen werde daher überlegt, ob neben der natürlichen und der juristischen Person – also beispielsweise Kapitalgesellschaften – künftig eine dritte denkbar werde: eine virtuelle Person. Diese E-Person müsse dann konsequenterweise rechtsgeschäftlich handeln können und mit einem Haftungskapital ausgestattet sein.

## Wer darf den Algorithmus bauen?

„Hier wird es auch für mich als Politikwissenschaftler interessant“, ergänzt Tepe. Denn natürlich werde sich eine Gesellschaft, in der Roboter selbstständig handeln, stark von der heutigen unterscheiden. Es sei an der Zeit, darüber nachzudenken, wie der



Staat hier sinnvolle Regelungen treffen könnte. „Die wichtigen Fragen sind doch: Wer darf den Algorithmus so bauen, dass er Entscheidungen trifft? Und: Auf welcher Grundlage soll dies geschehen?“, sagt Tepe. Dabei geht es ihm weniger um den Abschluss von Wartungsverträgen, sondern auch um ethische Fragestellungen. Entscheidungsforscher kommen in dem Zusammenhang schnell auf die sogenannte Dilemma-Situation zu sprechen: Ein Auto muss plötzlich ausweichen – rechts geht eine Mutter mit Kinderwagen, links ein alter Mann. Wen soll es ansteu-

ern? „Ein Mensch am Steuer würde in solch einer Situation reflexartig handeln“, führt Taeger den Gedanken fort. Im Vorhinein eine Rechtsgüterabwägung durch ein Computerprogramm vornehmen zu lassen, wäre nach der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts unzulässig. „Eine Abwägung zwischen Menschenleben vorzunehmen, wäre mit unserer Rechtsordnung nicht vereinbar“, sagt er.

Und wie sollten die Algorithmen nun aussehen? Für Tepe stellt hier die Technik eine Herausforderung, die einer normativen Entscheidung bedürfe – es sei also vor allem die Politik gefragt. Doch das laufe bisher nur sehr langsam an. „Es findet dazu zurzeit kein breiter politischer Diskurs statt“, so der Forscher. Die Piratenpartei habe den Umgang mit künstlicher Intelligenz zwar versucht auf die politische Tagesordnung zu bringen, aber diese Diskussion sei gemeinsam mit den Piraten weitestgehend aus der öffentlichen Wahrnehmung verschwunden. „Das ist bislang einfach kein Thema, mit dem man Wahlen gewinnen kann“, konstatiert Tepe.

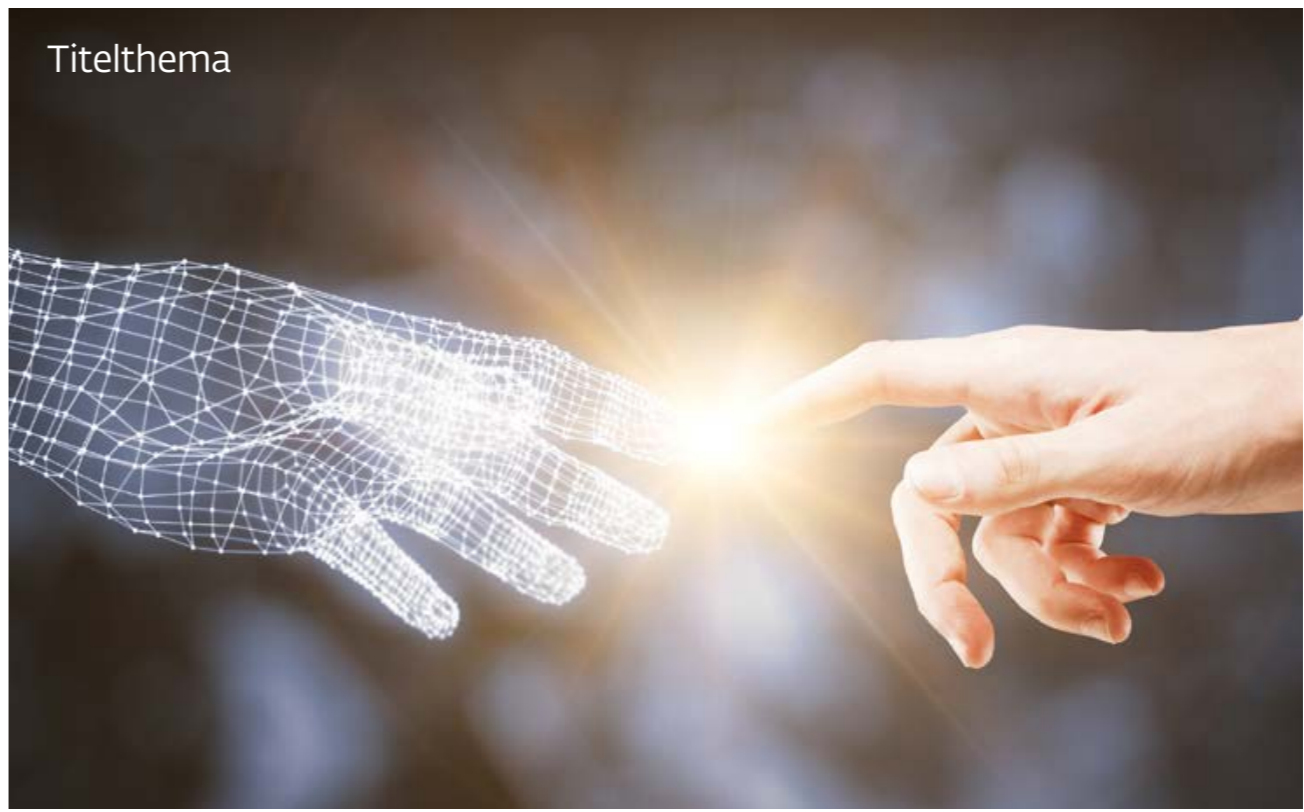
Besonders knifflig werde es laut Taeger, wenn selbstständig handelnde Roboter sich permanent weiterentwickeln, im Sinne eines selbstlernenden Systems. Können sich diese Systeme eines Tages so weit verselbständigen, dass wir ihre Funktionsweise gar nicht mehr verstehen? Ein Algorithmus ist in der Regel ja alles andere als transparent, werde im Zweifelsfall sogar als Betriebsgeheimnis gehandelt. „Meines Erachtens sollten unabhängige Institutionen wissenschaftlich beurteilen, ob diese Algorithmen ethischen Grundsätzen entsprechen oder möglichweise demokratiefeindlich sind“, sagt Taeger.

Eine ähnliche Befürchtung beschäftigt auch Tepe. Wenn der technische

Fortschritt einerseits die Gesellschaft stark verändere, andererseits eines Tages aber nicht mehr für jeden nachvollziehbar sei, drohe eine Art Expertendemokratie – also ein politisches System, in dem ein Großteil der Bevölkerung vom politischen Entscheidungsprozess ausgeschlossen werde. Auf der anderen Seite handle es sich bei den CPS um ein hochkomplexes, technisches Feld. Da stelle sich die Frage, auf welche Weise die entscheidenden Fragen in der breiten Öffentlichkeit angemessen verhandelt werden könnten. „Das ist eine Gratwanderung und ich möchte gern analysieren, wie sich die politischen Parteien und gesellschaftliche Interessenvertreter hier positionieren“, sagt der Wissenschaftler.

Genauer erforschen möchte Tepe auch, wie die Bevölkerung die neuen Technologien und ihre gesellschaftlichen Folgen bewertet. Als Beispiel führt er den Fahrdienst Uber an. „Im Sinne der Shared Economy ist es eine sinnvolle Sache, da ungenutzte Ressourcen – wie der leere Beifahrersitz auf dem Weg in die Stadt – nun der Allgemeinheit zur Verfügung stehen“, sagt er. Doch was auf den ersten Blick etwas vermeintlich Gemeinschaftliches vermuten lasse, sei derzeit eben auch mit einer Unterwanderung von Arbeitsstandards verbunden, die im etablierten Taxigewerbe gelten. Sehen das die Nutzer genauso? Oder freuen sie sich eher über eine günstige Mitfahrgelegenheit? Das will der Politikwissenschaftler mithilfe von Befragungen und Entscheidungsexperimenten näher untersuchen.

Auch wenn Markus Tepe und Jürgen Taeger noch nicht absehen können, wie sich Recht und Gesellschaft in den nächsten Jahren angesichts des rasanten technischen Fortschritts entwickeln werden: Sie sind zuversichtlich, dass sie mit ihrer Forschung dazu beitragen können, die zunehmende Automatisierung gesellschaftsverträglich zu gestalten. Technik zum Wohle des Menschen eben – basierend auf wissenschaftlicher Forschung. (bb)



Ob im Klinikalltag, in der Fabrik oder auf der Straße: Die Berührungspunkte von Mensch und Maschine nehmen zu. Damit es nicht zu folgenschweren Missverständnissen kommt, ist die richtige Kommunikation alles.

# Einander verstehen

Technische Systeme erledigen immer mehr Aufgaben selbstständig. Doch stets wird eine Kooperation mit dem Menschen nötig sein. Die Informatikerin Susanne Boll und die Soziologin Gesa Lindemann erforschen deshalb, wie Mensch und Maschine kommunizieren können

Dass der Mensch mit Maschinen spricht, ist nicht wirklich neu. Wenn wir die Hotline eines Telefonanbieters wählen, unterhalten wir uns in der Regel zuerst mit einem Sprachautomaten. Für viele ist inzwischen auch das Frage-Antwort-Spiel mit Sprachrobotern wie der humanoiden „Siri“ im iPhone Routine. Mit der Diskussion um das autonome Auto aber hat das Thema Mensch-Maschine-Kommunikation zusätzlich an Fahrt aufgenommen. Allgemein werden technische Systeme intelligenter, treffen Entscheidungen von allein: Lagersysteme zum Beispiel bestellen automatisch

Nachschub, wenn Ersatzteile zur Neige gehen. Doch ganz gleich, wie selbstständig die Technik auch sein wird – ohne den Menschen geht es nicht. Wie das Miteinander von Menschen und Maschinen künftig ablaufen könnte, ist in Oldenburg Gegenstand interdisziplinärer Forschung, in der sich Informatik, Psychologie, Philosophie, Rechtswissenschaften und Sozialwissenschaften begegnen. Die Informatikerin Prof. Dr. Susanne Boll und die Soziologin Prof. Dr. Gesa Lindemann von der Universität Oldenburg befassen sich dabei vor allem mit der Frage, wie sich das Zwiegespräch zwischen

Mensch und Maschine harmonisch gestalten lässt.

## Kein menschliches Versagen

Die Informatikerin Susanne Boll beschäftigt sich mit der Frage, wie dieses Miteinander möglichst reibungslos ablaufen kann, wie Mensch und Maschine einander das Staffelholz übergeben können. Das klappt längst nicht immer. Missverständnisse können zu Schäden, mitunter sogar zu Katastrophen führen. „Oftmals ist dann vom



Was nun, Justitia? Cyberphysische Systeme werfen viele neue Fragen auf – von der Haftung über den Datenschutz bis zu zivil- und verfassungsrechtlichen Herausforderungen.



menschlichen Versagen die Rede“, sagt Boll. „Der Mensch wird als Fehler im System betrachtet. Ich sehe das anders: Im Grunde hat das System versagt, weil es nicht richtig mit dem Menschen kooperiert hat.“ Blinken und piepen bei einem Notfall auf der Intensivstation etliche Geräte und Warnlampen, dann kann es für den Arzt extrem schwierig sein, die Situation sofort richtig einzuschätzen. So können Fehler entstehen. „Für die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine ist es daher besonders wichtig, dass die Übergabe klappt“, so Boll weiter. „Das kann man erreichen, indem die Technik dem Menschen erklärt, was sie gerade macht, und zwar in einer Form, die der Mensch in der jeweiligen Situation sofort versteht.“ Eine Schiebetür muss nicht ankündigen, dass sie sich gleich öffnen wird. Ein autonomes Fahrzeug hingegen sollte dem Fahrer rechtzeitig mitteilen, dass sich 500 Meter voraus eine enge Baustelle befindet, an der der Mensch wieder übernehmen muss.

### Ein Modell des Menschen

Ob eine solche Botschaft ankommt, hängt nicht zuletzt davon ab, in welchem Zustand sich der Mensch gerade befindet. Susanne Boll und ihre Kollegen versuchen daher, eine Art Menschenmodell zu entwickeln: Damit das autonome System erkennen kann, in welcher Verfassung eine Person ist und wie es auf sie reagieren sollte. Ist eine Person von den Sprachbefehlen des Bordcomputers völlig genervt, dann ist es nicht sinnvoll, sie auf diese Weise weiter anzusprechen. Stattdessen könnte das System auf klare optische Signale umsteigen. Susanne Boll untersucht, welcher Sinneskanal in welcher Situation am besten geeignet ist, um Information zu transportieren. Auch soll das Menschenmodell das Fahrzeug oder ein anderes autonomes System dazu befähigen, einzuschätzen, wie wahrscheinlich es ist, dass der Mensch in einer bestimmten Situ-

ation eine Botschaft versteht. Damit es keine Missverständnisse gibt. Bei der Entwicklung dieses Modells arbeitet Susanne Boll eng mit Psychologen zusammen.

Hat ein autonomes System den Zustand des Menschen erkannt, dann kommt es auf die richtige Ansprache an. Vor allem beim Auto müssen zwei Aspekte bedacht werden: das Task-Engagement, also die Frage, wie stark der Mensch in eine Tätigkeit vertieft ist und zweitens die Task-Duration, die Frage, wie lange der Fahrer einer Nebenbeschäftigung nachgegangen ist. „Beides verändert den Zustand des Fahrers ganz wesentlich“, erklärt Boll. „In der Wissenschaft gibt es erste Ideen für eine Daumenregel, dass es rund sieben Sekunden dauert, bis der Mensch bereit ist, vom Autopiloten das Steuern zu übernehmen. Unserer Ansicht nach gibt es je nach Zustand und Situation ganz unterschiedliche Zeiträume.“ Sie will deshalb näher untersuchen, wie lang diese Zeiträume sind – und über welche Sinneskanäle der Computer den Fahrer je nach Situation ansprechen sollte.

### Die richtige Information richtig verpacken

Interessant ist auch die Frage, welche Information das System dem Menschen bei der Übergabe liefern muss. Sollte er den Menschen lediglich dazu auffordern, das Steuer zu übernehmen? Oder wäre es besser, zugleich die Baustelle in 500 Metern anzukündigen? Oder ist es gar sinnvoll, ihn darauf hinzuweisen, in welche Richtung er nach der Übernahme steuern sollte – beispielsweise, um das Einfädeln vor der Baustelle zu erleichtern. Bolls Mitarbeiter haben unter anderem ein Lenkrad entwickelt, an dem ein entsprechender Pfeil aufleuchtet und nach links oder rechts deutet. Vom Task-Engagement und der Task-Duration hängt auch ab, ob der Mensch besser über akustische oder optische Signale oder beispiels-

weise über Vibrationen informiert werden sollte.

### Orientierung für Notfallmediziner

Das Auto und die korrekte Übergabe vom Autopiloten zum Menschen ist nur einer von vielen Forschungsaspekten in der Arbeitsgruppe von Susanne Boll. Ein anderes Feld ist der Klinikbetrieb, in dem es teils ganz andere Anforderungen an die Kommunikation gibt. Hier arbeiten die Forscher unter anderem an einem System, das den Ärzten bei einem Notfall auf der Intensivstation schnell Orientierung bietet, wenn die medizintechnischen Apparate blinken und piepen. Das System soll die aktuellen Messwerte erfassen und daraus die relevante Information extrahieren – sodass der Arzt erfährt, was gerade mit dem Patienten los ist. Die Information kann dann zum Beispiel auf eine Augmented-Reality-Brille (AR-Brille) gespiegelt werden. „Noch während der Arzt auf dem Weg in das Zimmer des Patienten ist, werden ihm so die relevanten Daten angezeigt“, sagt Boll. Denkbar ist auch, dass auf der AR-Brille ein Zeichen erscheint, das auf den betroffenen Körperteil des Patienten zeigt. Susanne Boll: „So ein aggregiertes Bild der Gesamtsituation, das den Arzt auf die relevante Stelle hinweist, kann eine große Hilfe sein, wenn es stressig wird.“

### Mit intelligenten Systemen diskutieren

Kern der autonomen Technik sind cyberphysische Systeme, also Steuersysteme, die in die Apparate eingebettet sind. Der Begriff deutet die Verschmelzung von realer Welt und künstlicher Intelligenz an. Diskutiert wird derzeit nicht nur an der Universität Oldenburg, sondern in der gesamten Fachwelt, inwieweit der Mensch künftig mit solchen Systemen in einen echten Dialog treten wird. So

ist es denkbar, dass man künftig mit einem intelligenten Navigationssystem diskutiert, warum dieses einen bestimmten Weg zum Ziel gewählt hat. Offen ist, wann oder ob ein solcher Dialog wünschenswert ist. Auch dieser Fragestellung gehen die Oldenburger in ihrem interdisziplinären Team nach. Die Soziologin Gesa Lindemann möchte beispielsweise herausfinden, wie der Dialog zwischen Menschen und immer intelligenteren cyberphysischen Systemen künftig die Art der Kommunikation grundsätzlich beeinflussen könnte. Dazu kooperiert sie mit den IT-Experten der Universität. „Das Interessante an der Kommunikation zwischen zwei Menschen ist, dass sich der Sinn der Kommunikation während des Dialogs entwickelt“, sagt die Wissenschaftlerin. Auf eine Frage wie: „Weißt du, wie viel Uhr es ist?“ könnte das Gegenüber zum Beispiel antworten: „Ja, ich bin gleich fertig!“ Damit bekomme das Gespräch eine ganz andere Ebene. Der Sinn des Dialogs entwickle sich in eine bestimmte Richtung.

Sozialforscher nennen dies indexikalische Kommunikation, bei der der Sinn eines Dialogs durch die Situation bestimmt wird. Ihr gegenüber steht heute die technische Kommunikation, die nach klaren Regeln und vorgegebenen Mustern abläuft. „Wir nennen das mathematisierte Kommunikation“, sagt Gesa Lindemann. „Für uns Sozialwissenschaftler stellt sich die Frage, wie sich künftig die Kommunikation insgesamt verändert, wenn der Mensch immer öfter mit intelligenten technischen Systemen kommuniziert, obwohl ihm die indexikalische Kommunikation zu eigen ist.“ Gesa Lindemann hält es für wichtig, dass bei der Entwicklung kommunizierender technischer Systeme derartige Aspekte berücksichtigt werden.

Während der Mensch bei seinem Gesprächspartner in der Regel gut abschätzen kann, was dieser intendiert, ist nicht zu durchschauen, warum ein technisches System auf eine bestimmte Frage eine bestimmte Antwort gibt. „Wenn ich Google eine Frage stelle,

weiß ich nicht, wie die Antwort zustande gekommen ist oder auf welcher Datengrundlage sie basiert“, sagt Lindemann. „Vielleicht antwortet das System so, weil es meine Vorlieben kennt oder andere Informationen über mich gesammelt hat“, sagt die Forscherin. „Das kann von Vorteil sein, berührt aber auch zentrale menschliche Aspekte wie etwa die Würde oder mein Recht, dass eine Maschine oder ein Algorithmus nicht alles über mich wissen sollten.“

### Maschinen, die die „Luft lesen“

Aus ihrer Forschung wissen Lindemann und ihre Kollegen auch, dass Kommunikation mit Maschinen in verschiedenen Kulturkreisen ganz unterschiedlich gelebt oder empfunden wird – etwa im Umgang mit Servicerobotern. „In Japan erwartet man, dass sich eine Maschine harmonisch und gewissermaßen unsichtbar in den Alltag einfügt – ein Dialog mit dem Apparat ist dort gar nicht erwünscht“, sagt Lindemann. In Japan gebe es das Sprichwort, dass ein Mensch in der Lage sein solle, „die Luft zu lesen“, was bedeute,

die Stimmung wahrzunehmen und sich daran anzupassen, damit ein harmonisches Arbeitsumfeld entstehe. Genau das erwarte man dort auch von einer intelligenten Maschine wie zum Beispiel einem Serviceroboter. Lindemann: „Eine Maschine, die einen Dialog erfordert, ist damit im Grunde schon ein Affront.“ Ganz anders in Deutschland: Dort erachte man es durchaus als sinnvoll, einen Dialog mit einer Maschine zu führen – oder künftig gar in eine Diskussion einzusteigen. „Für mich ist entscheidend, dass sich die Entwickler intelligenter und zur Kommunikation fähiger technischer Systeme bewusst sind, dass sie durch ihre Kultur geprägt sind – und gemäß dieser Vorstellung entwickeln.“ Gesa Lindemann spricht hier von einer „reflexiven Schleife“, die beim Design-Prozess berücksichtigt werden sollte. Ein Entwickler solle sich bewusst machen, nach welchen Vorstellungen von Kommunikation er ein System entwerfe – und diese Vorstellungen durchaus kritisch überdenken. Susanne Boll ergänzt: „Dabei verfolgen wir das gemeinsame Ziel, die Technologie so zu gestalten, dass sich Mensch und Maschine künftig tatsächlich besser verstehen.“ (ts)



Die Informatikerin Susanne Boll erforscht, wie Mensch und Maschine besser miteinander kooperieren können. Hierzu arbeitet sie auch mit der Sozialwissenschaftlerin Gesa Lindemann zusammen.



# Lebendige Labore

Welche Entscheidungen dürfen cyberphysische Systeme treffen, wie gehen wir mit den Folgen um? An diesen und weiteren Fragen forschen die Oldenburger Informatiker gemeinsam mit Psychologen, Philosophen, Soziologen, Politik- und Rechtswissenschaftlern der Universität. Dabei geht es sowohl um Grundlagen als auch um stark anwendungsorientierte Ansätze.

Die Experten greifen dafür auf eine in Norddeutschland einmalige Infrastruktur zurück: die sogenannten „Living Labs“, die auch vom Oldenburger An-Institut OFFIS und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oldenburg und Braunschweig bereitgestellt werden. Ob im Wohnquartier, auf der Straße, der Schiffsbrücke oder am Patientensimulator – getestet werden vor allem neue Technologien für den Verkehrs-, Gesundheits- und Energiesektor. Ein Überblick.



Der Farbcode gibt an, welche Partner an den Living Labs beteiligt sind.

## Deutsche Bucht

**Living Lab**

**eMIR**

Durchgängige Co-Simulationsumgebung und Testfeldinstallationen an Land und auf See in der Deutschen Bucht für maritime Navigations- und Assistenzsysteme



**Living Lab**

**Smart City**

Demonstrator und Testfeld für vielfältige Anwendungen im urbanen Bereich im Querverbund von Energieversorgungs-, Gesundheits- und Verkehrssystemen (im Aufbau befindlich)



**Living Lab**

**Health**

Simulatoren und Testumgebungen für „Ambient Assisted Living“, also das selbstbestimmte Leben älterer Menschen, sowie für die Notfallversorgung und den Operationssaal der Zukunft

## Oldenburg

**Living Lab**

**SESA**

Simulations- und Analyse-Umgebungen sowie Werkzeuge für die Untersuchung von großskaligen, intelligenten Stromnetzen unter realen Bedingungen



**Living Lab**

**RTP**

Methoden und Werkzeugbaukasten für die kostengünstige Entwicklung sicherer cyberphysischer Systeme, vor allem in den Anwendungsdomänen Verkehr, Energie und Gesundheit



## Braunschweig

**Living Lab**

**AIM**

Virtuelle Testumgebungen, spezielle Testlabore, Fahrsimulatoren, Erfassungstechnik, Teststrecken im Realverkehr und Server-Systeme zur Erforschung intelligenter Mobilitätslösungen bilden den Kern dieses Living Lab des DLR in Braunschweig. Test- und Simulationsumgebungen an der Universität Oldenburg wurden hierzu harmonisierend konzipiert.







Regelmäßig sind die Wissenschaftler unterwegs, um die komplexen Vorgänge an der Meeresoberfläche besser zu verstehen.

# Spannende Oberfläche

Hauchdünn ist die Schicht zwischen Meer und Luft. Doch sie beeinflusst, wie Gase aus der Atmosphäre ins Wasser eintreten oder umgekehrt und wirkt sich so auf das Klima aus. Wie wichtig die Haut der Meere wirklich ist, untersuchen Oldenburger Forscher weltweit

Ein Sonntag am Jadebusen vor Wilhelmshaven, draußen auf dem Wasser treiben zwei Geräte: ein quadratisches Gestell, das eine Schüssel umspannt, die von einem Rettungsring an der Wasseroberfläche gehalten wird. Das Rot der an den vier Ecken befestigten Bojen leuchtet weit über die Bucht. Ein zweites Gerät, ein etwa vier Meter langer ferngesteuerter Katamaran, beherrscht Alukisten und eine runde Metalltonne, auf der ein Licht blinkt. Am vorderen Teil drehen sich mehrere Glasscheiben langsam durchs Wasser. Ein regelmäßiges Quietschen

durchzieht die spätsommerliche Stille. Unmerklich treiben die Geräte mit dem Gezeitenstrom. Dr. Oliver Wurlan Bord des Forschungsbootes „Otzum“ ist zufrieden: „Die Messungen laufen gut“, sagt er und blickt über das Wasser. Das Gerät mit den roten Bojen, „Sniffle“ genannt, und der Katamaran sind das Herzstück in der Ausstattung der Arbeitsgruppe „Meeresoberflächen“ des Instituts für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM): Sie helfen den Wissenschaftlern, sich einem kaum erforschten Teil der Ozeane zu widmen: der nur wenige tausend-

tel Millimeter dünnen Schicht an der Oberfläche. Hier reichern sich verschiedenste Moleküle an, wie Proteine, Vielfachzucker und Fettsäuren. Auch bestimmte Bakterien und mikroskopisch kleine Algen befinden sich darin. Das Faszinierende für Meeresforscher Wurl: „Ob Wärme, Kohlendioxid oder Sauerstoff – alles, was zwischen Ozean und Atmosphäre ausgetauscht wird, muss durch die dünne Schicht an der Oberfläche hindurch.“  
Allein wegen der Ausdehnung hat diese Schicht eine immense Bedeutung: Die Ozeane bedecken rund

70 Prozent der Erdoberfläche. Sie speichern Wärme und Treibhausgase wie Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und spielen so eine wesentliche Rolle im Klimageschehen. Mikroorganismen im Meer produzieren gut die Hälfte des für das Leben auf unserem Planeten so wichtigen Sauerstoffs. Doch noch wissen Wissenschaftler wenig darüber, wie die Haut der Meere die Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre beeinflusst. So schreibt auch ein internationales Konsortium von Wissenschaftlern (SOLAS-Surface Ocean – Lower Atmosphere Study) in einem 2015 erschienenen Bericht, dass dringend mehr Wissen über Oberflächenfilme nötig sei.

## Der Einfluss des Winds ist nicht alles

Genau darum geht es Wurl in seinem Projekt PassMe (Air-Sea Gas Exchange: Parameterization of the Sea-Surface Microlayer), für das er einen der begehrten „Starting Grants“ des Europäischen Forschungsrats (European Research Council – ERC) erhalten hat. „Unser großes Ziel ist es, den Gasaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre besser zu beschreiben“, sagt er. Bisher berechnen die meis-

ten mathematischen Modelle, die beispielsweise Klimaforscher nutzen, den Gasaustausch – Experten sprechen von Parametrisierungen – vor allem in Abhängigkeit zur Windgeschwindigkeit. „Der Einfluss des Winds ist einleuchtend, aber längst nicht alles. Es ist ein komplexer Vorgang“, erläutert Wurl. In PassMe messen die Wissenschaftler daher den Gasaustausch und charakterisieren die Meeresoberfläche: Welche Stoffe und Organismen befinden sich darin? Unter welchen Bedingungen reichern sich diese an? „Wir versuchen, dies in Beziehung zu bringen. So können wir in der Literatur beschriebene Parametrisierungen entweder bestätigen oder verbessern“, ergänzt Wurl. 1,5 Millionen Euro erhält der Meereschemiker vom ERC über fünf Jahre verteilt für diese Forschung. Bevor Wurl sich 2014 das ICBM als neuen Standort für seine Forschung aussuchte, hatte er in Singapur, Kanada und den USA geforscht. Am Oldenburger Institut schätzt er vor allem die gute interdisziplinäre Zusammenarbeit. Inzwischen hat der Meereschemiker eine kleine internationale Gruppe um sich geschart. Eine Postdoktorandin stammt aus Spanien, von den insgesamt vier Doktorandinnen kommt eine aus Malaysia, eine andere aus den USA. Um ihrem Ziel näher zu kom-

men, braucht das Team nun vor allem Daten aus verschiedenen Teilen der Weltmeere. Nur so kann es abschätzen, welche Rolle Oberflächenfilme weltweit spielen. Gerade ist Wurl von einer Reise in den Nordatlantik und die norwegischen Fjorde zurück. Auch in der Ostsee und im Pazifik war er bereits. Im kommenden Jahr wird es zurück in die Ostsee gehen und für 2019 sind Expeditionen in arktische Gefilde geplant. An diesem Spätsommertag aber ist Wurl's Team auf dem Jadebusen unterwegs – er ist ihr Freiluftlabor. Hier testen sie ihre Geräte und führen Messungen durch, die ihre Daten von größeren Seereisen ergänzen. Vorm Ablegen muss jeder Handgriff sitzen: Auf der engen Mole rangiert Werkstattleiter Helmo Nicolai mit dem Anhänger, auf dem sich „Sniffle“ befindet. Zentimetergenau fährt er neben das Boot an die Kaimauer. Schließlich soll die Messboje unbeschadet an Bord gelangen. Als sie endlich sicher am Heck des Boots befestigt ist, sind alle erleichtert. „Die Halterung hat Helmo extra für uns gebaut. An Bord der Otzum war einfach nicht genug Platz“, sagt Wurl. Viele solcher Konstruktionen seien mit der Zeit aus der Praxis entstanden. Der Katamaran, ebenfalls zu groß für die Otzum, liegt fest vertäut hinter einem Schlauchboot. Gleich werden Otzum



Über mehrere Stunden sammeln die Sensoren der Messboje und des Katamarans wichtige Freilanddaten.





Nicht nur automatisch: Manche Geräte bedient Meeresforscher Wurl auch von Hand.



Das Herz der Messboje: Ein Sensor misst, wie sich der CO<sub>2</sub>-Gehalt ändert.



Ein ausgeklügeltes System: Die rotierenden Scheiben am Katamaran fangen den Oberflächenfilm ein.

und Schlauchboot ablegen, um die Geräte aufs Wasser zu bringen.

Das Projekt begann für Wurl zunächst mit einer technischen Herausforderung: „Sobald ich mit einem Schiff durchs Wasser fahre, das womöglich auf der gewünschten Position auch noch dreht, ist alles durchmischt“, erläutert er. Für ihn war dies der Ansporn, neue Instrumente zu entwickeln, um sinnvolle Daten von der dünnen Oberflächenschicht der Meere zu erhalten. „Und nicht nur im Labor zu arbeiten“, sagt er. Ein Jahr lang haben Wurl und seine Kollegen, vor allem auch Postdoktorandin Mariana Ribas-Ribas, daran gearbeitet, die Geräte zu konstruieren und mithilfe des universitären Werkstatt-Teams zu bauen.

Die Proben vom Oberflächenfilm zu nehmen, ist Aufgabe der sechs rotierenden Glasscheiben des Katamarans: Diese tauchen zu einem Drittel ins Wasser. Dank Oberflächenspannung bleibt der dünne Film an den Scheiben hängen. Wischer befördern diesen kontinuierlich in ein Probengefäß; anschließend wird das Wasser durch verschiedene Sensoren gepumpt, die alle zehn Sekunden Daten aufzeichnen. Hochaufgelöst erhalten die Wissenschaftler so verschiedenste Informationen, etwa über den pH-Wert oder die Temperatur des Wassers, die Menge des im Wasser gelösten Sauerstoffs oder

bestimmte gelöste organische Stoffe. Mit einer weiteren Methode können die Forscher auch die Effektivität der Photosynthese messen, also wie gut es den mikroskopisch kleinen Algen, dem Phytoplankton, im Wasser geht. Alle diese Daten sind wichtige Puzzle-teile, um besser zu verstehen, was in den Oberflächenfilmen passiert. Und, worauf Wurl besonders stolz ist: Dank des Systems aus mehreren Glasscheiben können die Wissenschaftler gut 20 Liter Probenwasser pro Stunde von der dünnen Oberflächenschicht analysieren.

### Keine Schönwetter-Truppe

Als Ergänzung zum Katamaran liefert Messboje „Sniffle“ die wichtigen Daten zum eigentlichen Gasaustausch: Innerhalb der auf der Wasseroberfläche aufliegenden Schüssel misst ein Sensor den CO<sub>2</sub>-Gehalt der eingeschlossenen Luft. „Wir beobachten 15 bis 20 Minuten lang, ob der CO<sub>2</sub>-Gehalt innerhalb der Schüssel ansteigt oder sinkt“, erläutert Wurl. So können die Wissenschaftler feststellen, ob das Gas aus dem Wasser in die Luft eintritt oder umgekehrt. „Wie viel CO<sub>2</sub> sich anreichert beziehungsweise verloren geht, zeigt mir außerdem, wie schnell der Austausch stattfindet“, ergänzt der

Meereschemiker. Der Sensor misst in regelmäßigen Intervallen auch den CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre und in einem Meter Tiefe für die Berechnung.

Diese Methode sei allerdings nicht unumstritten, gibt Wurl zu. Denn die Kammer schirme natürlich den Wind ab. Wind jedoch, erläutert der Forscher, verursache immer Turbulenzen unter der Wasseroberfläche. „Und das bringt frisches, mit CO<sub>2</sub> angereichertes Wasser nach oben.“ Um dies Problem in den Griff zu bekommen, messen die Forscher mit einer akustischen Methode Turbulenz sowohl unterhalb der Schüssel als auch anderthalb Meter von der Schüssel weg. „So vergleichen wir die Turbulenzen und können dann korrigieren“, sagt Wurl.

Von Turbulenzen ist an diesem windstillen Tag an Bord der Otzum nichts zu spüren. Nach kurzer Fahrt haben Kapitän und Doktorandinnen „Sniffle“ in die Gezeitenströmung des Jadebusens gesetzt. Auch den Katamaran haben der Bootsführer und Wurl mit dem Schlauchboot neben die Boje geschleppt. Vier bis fünf Stunden werden die Geräte jetzt auf dem Wasser bleiben, um Daten zu sammeln. „An einem ruhigen Tag wie heute ist das Ausbringen der Geräte kein Problem“, sagt Doktorandin Nur Ili Hamizah Mustaffa. Aber an windigen Tagen sehe das ganz anders aus.

Dennoch sind die Forscher keine Schönwetter-Truppe: „Wir lieben Regen“, sagt Mustaffa lachend. Denn dieser ändere die Zusammensetzung des Oberflächenfilms und beeinflusse so den Gasaustausch. Solche Effekte wollen die Forscher messen. Die junge Frau aus Malaysia ist fast am Ende ihrer Doktorarbeit. Sie nutzt die Daten des Katamarans und analysiert im Labor noch zusätzlich Wasserproben auf verschiedene Stoffe; zum Beispiel sogenannte natürliche Tenside, auch oberflächenaktive Substanzen genannt. Diese Tenside stammen beispielsweise vom Phytoplankton oder entstehen beim Abbau organischen Materials. Da diese die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzen, können sie den Gasaustausch wesentlich beeinflussen.

Mustaffas Kollegin Tiera-Brenda Robinson untersucht andere Stoffe im Wasser – zum Beispiel gelartige Teilchen. Diese sogenannten TEPs, auf Englisch „Transparent Exopolymer Particles“, stammen ebenfalls vom Phytoplankton. Da die Partikel sehr klebrig sind, bleiben an ihnen viele andere Stoffe aus dem Wasser hängen und beeinflussen so wiederum die Struktur des Oberflächenfilms. Brechende Wellen auf offener See können diesen Film in die Tiefe befördern oder als sogenannte Aerosole in die Luft. Wie dies den Austausch

über die Meeresoberfläche beeinflusst, untersuchen die Oldenburger unter anderem in dem Forschungsnetzwerk MarParCloud.

### Chemische Reaktionen beeinflussen den Gasaustausch

Für die Arbeitsgruppe ist aber noch ein weiterer Aspekt wichtig: Reichert sich besonders viel organisches Material an der Meeresoberfläche an, beispielsweise in windgeschützten Küstengewässern, „dann wird die Oberfläche schlierig, wir nennen das Slicks“, erläutert Wurl. Diesen Effekt kann man mit dem bloßen Auge erkennen. Der Meereschemiker zeigt auf einige Stellen des Jadebusens, wo das Wasser spiegelglatt ist. Das viele Material an der Oberfläche dämpft selbst kleinste Rippeln, sogenannte Kapillarwellen, die sonst bei wenig Wind auf der Wasseroberfläche entstehen. Dieser dicht zusammengepackte Film lässt Gase deutlich langsamer durch die Oberfläche diffundieren. „Wir haben gezeigt, dass sich in solchen Gebieten der Gasaustausch um bis zu 15 Prozent verringern kann“, sagt Wurl. Und immerhin können Slicks in Küstengewässern bis zu 20 Prozent der Fläche abdecken.

„Wir wissen heute außerdem, dass chemische Reaktionen im Oberflä-

chenfilm den Gasaustausch beeinflussen“, sagt der Meereschemiker. Zum Beispiel arbeitet eine Studentin daran, dass Enzym Carboanhydrase im Oberflächenfilm zu bestimmen. Dieses Molekül nutzt das Phytoplankton eigentlich, um im Wasser gelöstes Hydrogenkarbonat – also das Salz der Kohlensäure – in gasförmiges CO<sub>2</sub> umzuwandeln, um dies in die Zelle einzuschleusen. Auch dieses Enzym reichere sich in Oberflächenfilmen an, erläutert Wurl. Den Effekt auf den Gasaustausch schätzen die Wissenschaftler auf maximal 10 Prozent. Diese Auswirkungen von Slicks und der Carboanhydrase sind für den Forscher ein wichtiges Indiz, dass Oberflächenfilme künftig in den Modellrechnungen der Klimaforscher eine Rolle spielen sollten.

Endgültige Aussagen mag Wurl jedoch noch nicht treffen. Da ist er ganz der kritische Wissenschaftler, der seine Schlussfolgerungen auf möglichst viele Daten stützen will. Doch für heute sind die Messungen beendet. Bis zur nächsten Ausfahrt werden die Forscher nun ihre Daten auswerten und weitere Versuche durchführen. Auf dem Jadebusen ist jetzt Wind aufgekommen. „Das ist oft so nachmittags“, sagt Wurl. Zufrieden sammeln die Forscher ihre Geräte wieder ein – alles hat gut geklappt. Im gemächlichen Tempo geht es zurück zum Anleger in Wilhelmshaven. (cb)





# Täuschend echt



Die Täuschung ist in vielen Sportarten elementar. Wie variabel der Mensch dabei in seinen Bewegungen ist, untersuchen Oldenburger Forscher um den Sportwissenschaftler Jörg Schorer

**1** Josefine Panten analysiert in ihrer Dissertation die Bewegungen von Handballern beim Strafwurf aus sieben Metern. Ihre Frage: Wie schafft es der Werfer, seine Angriffshandlung zu maskieren? Die notwendigen kinematischen Daten erhebt sie mittels eines „Motion Capture Systems“: Bewegungen werden dabei im virtuellen Raum visualisiert.

**2** Am Körper der Probanden werden dafür anatomische Landmarken mit reflektierenden Markern gekennzeichnet.



**3** Im Labor zeichnen insgesamt zwölf Infrarotkameras die Positionen der Marker auf – mit bis zu 240 Bildern pro Sekunde. Vorher muss die Doktorandin die Kameras kalibrieren.

**4** Dann betreten die beiden Protagonisten das Spielfeld. Vor jedem Wurf nehmen Werfer und Torwart eine Grundhaltung ein, die das System erkennt. Es kann dann automatisch die markierten anatomischen Landmarken zuordnen.

**5** Vorgesehen sind 160 Strafwürfe, aufgeteilt in 4 Blöcke à 40 Würfe – mit ausgiebigen Pausen zwischendurch. Die Wiederholungen sind nötig, um die Varianz der Wurfbewegungen zu kompensieren, die aus multiplen Faktoren in der wenig kontrollierten Situation heraus entstehen.



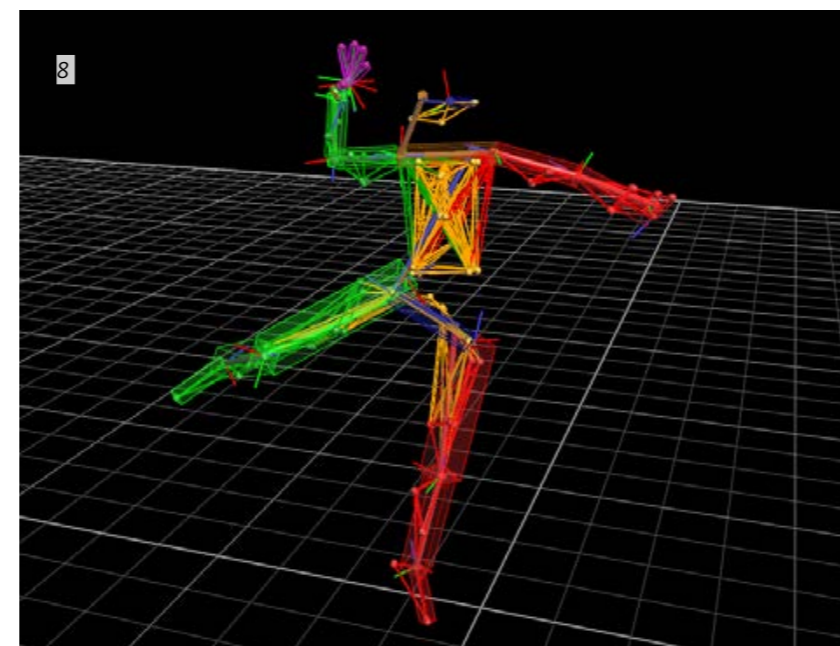


6 Vorgaben jenseits des Handball-Regelwerks gibt es keine – bewusste, spontane Täuschungshandlungen sind also aus der Interaktion heraus möglich. So soll es in dem Versuch auch sein.

7 Josefine Pantens Versuchsdesign sieht zunächst zehn Paarungen mit Probanden auf mittlerem bis fortgeschrittenem Fertigniveau vor, damit sie ausreichend Datenmaterial für ihre Clusteranalyse erhält. Andere Spielniveaus folgen.

8 „Wurffinte“ in 3-D: In der Analyse wird die Bewegungstrajektorie, also die jeweilige räumliche Verlaufslinie der Bewegung(-spunkte), sichtbar gemacht – von kleinräumigen Zeige- oder Greifbewegungen bis zu größer skalierten Lauf- und Sprungbewegungen.

9 Josefine Panten mit ihrem Doktorvater Prof. Dr. Jörg Schorer: Schon während des laufenden Versuchs können sie einzelne Bewegungsmuster in Echtzeit auf dem Bildschirm nachvollziehen und die Qualität der erhobenen Daten prüfen.







Die zellulären Prozesse hinter Hauterkrankungen noch besser nachvollziehen und gegensteuern zu können: Darauf zielt die Forschung von Dermatologin Ulrike Raap.

# Schicht um Schicht, Zelle für Zelle

Das größte Sinnesorgan des Menschen ist Gegenstand ihrer Forschung und medizinischen Fürsorge: die Haut. Für Dermatologin Ulrike Raap „ein architektonisches Meisterwerk“, dessen Bausteine sie im Dienste neuer Therapien noch besser verstehen will

Bunt schillernd schweben sie an diesem Sommerabend über die Bühne des Experimentierhösraals auf dem Campus Wechloy. Seifenblasen. Dafür sorgen die jüngsten Zuhörer des Vortrags „Wenn die Haut Blasen schlägt“ von Dermatologin Prof. Dr. Ulrike Raap: ihre beiden Söhne. Soeben hat die 45-Jährige ihre Antrittsvorlesung gehalten, dabei ist sie längst angekommen – in Oldenburg, am Klinikum, wo sie als Direktorin die Universitätskli-

nik für Dermatologie und Allergologie leitet, an der medizinischen Fakultät mit ihrem grenzüberschreitenden Modellstudiengang „European Medical School Oldenburg-Groningen“.

Davon zeugt nicht nur der – mit den neuen Kollegen, Studierenden und Mitarbeitern aus Fakultät und Klinik ebenso wie mit langjährigen Wegbegleitern – volle Hörsaal. Raap, die bereits einen Monat nach Annahme des Rufs an die Universität mit der ganzen

Familie nach Oldenburg gezogen ist, hat die Zeit seit ihrem Dienstantritt im Herbst 2016 genutzt. So ist die erste gemeinsame Publikation mit ihrem Groninger Fachkollegen und dortigen Klinikdirektor Marcel Jonkman entstanden, ein gemeinsames Forschungsprojekt der beiden zu blasenbildenden Hauterkrankungen startet im Januar. In ihrer Klinik hat Raap Abläufe und Strukturen geändert, ein Bad in ein Aufnahmezimmer umbauen

lassen, auf elektronische Patientenakten und überwiegend papierfreie Büros umgestellt.

Dekan Hans Gerd Nothwang nennt die Dermatologin eine „Powerfrau“. Wer mit zwei Kindern eine erfolgreiche wissenschaftliche Karriere in der Medizin hinlege und zudem Marathon laufe, lasse erahnen, „was da an Energie dahintersteckt“. Raaps wichtigster Antrieb, so Nothwang, dürfte aber ihre große Faszination für die Haut sein.

## Dynamik und dramatische Geschehnisse in der Haut

Ihre offensichtliche Begeisterung für dieses größte menschliche Sinnesorgan – und den „hautnahen“ Kontakt zu den Patienten – packte Ulrike Raap schon im ersten Jahr ihres Medizinstudiums, das sie in Lübeck begann und in ihrer Heimatstadt Hannover abschloss. Um im Studium Geld zu verdienen, arbeitete sie als Aushilfe im Krankenhaus und wurde schnell dauerhaft in der Dermatologie in Lübeck eingesetzt. „Auch als Aushilfe durfte ich schnell komplizierte Wundversorgungen übernehmen, und das hat mir viel Freude und Spaß bereitet“, erinnert sie sich. Das Team sei stets sehr freundlich und entspannt gewesen, was Raap nachhaltig beeindruckt hat. In der Dermatologie an der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) gewannen die Kollegen sie nach der Famulatur als Doktorandin. Auf die Promotion folgte die Facharztzubereitung in der Dermatologie.

Seither befasst sich Raap Hautschicht um Hautschicht und Zelltyp für Zelltyp immer genauer mit der Materie, verfügt seit einem einjährigen Aufenthalt als Postdoktorandin in der Neuroimmunologie in Marburg zudem über eine ausgewiesene immunologische Expertise. Die molekularen und zellulären Prozesse, die im Körper etwa beim Erkennen und Abwehren von (tatsächlichen oder vermeintlichen) Störfaktoren ablaufen, hat sie dabei nicht nur durchdrungen.

Sie kann diese zudem anschaulich vermitteln, auch Laien. So ist, wenn die Hochschullehrerin von der Haut spricht, die Rede von Autobahnen und Tankstellen, von brodelnden Zellen und Waffenarsenalen – und es lässt sich erahnen, welche Dynamik und teils dramatischen Geschehnisse sich unter der Oberfläche abspielen.

In diesen bildhaften Schilderungen geht es etwa um die sogenannten eosinophilen Granulozyten, über die Raap 1999 an der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) promovierte und die aufgrund ihres doppelten Zellkerns „immer so aussehen, als hätten sie eine Sonnenbrille auf“. Es handelt sich um mobile Zellen, die im Knochenmark gebildet werden und insbesondere bei der Parasitenabwehr eine Rolle spielen. „Die Eosinophilen wandern zum Entzündungsgeschehen, dorthin, wo sie gerade gebraucht werden“, so Raap. „Wenn jemand also zum Beispiel einen Parasiten im Darm hat, erhalten diese Jungs ein Nachrichtensignal, kommen anmarschiert und beschießen den Parasiten mit Sauerstoffradikalen und Zytokinen, das sind bestimmte Proteine.“ Quasi durchlöchert werde der Parasit am Ende ausgeschieden.

Aber auch bei mancher Erkrankung der Haut sind die Parasitenbekämpfer präsent. „Wenn jemand eine Neurodermitis hat und man sieht, dass die eosinophilen Granulozyten vermehrt in der Haut sind – mit dem Waffenarsenal, das sie freisetzen können – dann weiß man, warum die Patienten eine so schwere Hautentzündung haben.“ Die Dermatologin fand mit ihrem Team heraus, dass die Eosinophilen gerade bei Neurodermitis-Patienten einen Nerven-Wachstumsfaktor namens BDNF produzieren und freisetzen können. Die entstehenden gewissermaßen hyperaktiven Nervenzellen sind demnach ein Grund dafür, dass Betroffene häufig sehr schnell Juckreiz bekommen.

Auch die Juckreiz-Forschung zählt zum Portfolio von Ulrike Raap. Sie stellte fest, dass ein erst 2004 von US-Amerikanern identifiziertes Juck-

reiz verursachendes Protein namens Interleukin-31 bei Neurodermitis-Patienten mit der Krankheitsschwere korreliert. „Das zu überprüfen war eigentlich eine ganz einfache Idee, die mir damals am Wickeltisch in den Sinn kam“, erinnert sich Raap. „Dass meine technische Assistentin und ich dieses Projekt nachher in einem der größten immunologischen Journale platzieren würden, damit konnten wir nicht rechnen.“

In der Folge entstand eine weitere hochkarätige – und hoch dotiert ausgezeichnete – Publikation, in der Raap gemeinsam mit einer Lübecker Kollegin nun die Interleukin-31-Konzentration bei Mastozytose-Patienten unter die Lupe nahm. Mastozytose bedeutet eine erhöhte Zahl der in der Haut jedes Menschen ohnehin vorhandenen Mastzellen, die den Botenstoff Histamin freisetzen und damit Juckreiz auslösen. Eine schwerwiegende Erkrankung, so Raap: „Wenn Mastzellen vermehrt im Darm vorliegen, leiden die Patienten unter Umständen unter Durchfällen; treten die Mastzellen vermehrt im Knochenmark auf, kann es etwa zu einer Osteoporose kommen.“ Sie stellte zusammen mit ihrer Kollegin fest, dass auch bei Mastozytose-Patienten das Interleukin-31 vermehrt freigesetzt wird – und dass die IL-31-Konzentration mit der Progression korreliert, also mit dem Fortschreiten der Krankheit.

## Wenn Kaugummi-Klebkraft nicht genug Halt gibt

Klar ist inzwischen auch, dass das Juckreiz-Protein IL-31 wiederum mit den eosinophilen Granulozyten zusammenhängt – den Blutzellen also, deren Aussehen an eine Sonnenbrille denken lässt. Zum Beispiel beim bullösen Pemphigoid, einer blasenbildenden Autoimmunerkrankung der Haut. Wenn sie auftritt, bewirken Autoantikörper, „dass die Hautzellen, die eigentlich wie ein Kaugummistreifen zusammenkleben, auseinanderwei-



chen und dass sich eine Blase bildet“, so die Dermatologin. Nicht nur in der Haut und im Blut seien vermehrt Eosinophile zu finden, sondern in der Blasenflüssigkeit fast in Reinkultur – „wie ein kleines Atomkraftwerk“. Diese könnten unter anderem IL-31 produzieren und würden andererseits von diesem aktiviert: ein Perpetuum mobile. „Es hängt alles zusammen“, betont Raap.

Die zellulären Prozesse hinter Hauterkrankungen noch besser nachvollziehen und gegensteuern zu können: Darauf zielt die Forschung der Dermatologin. Unter anderem leitet sie ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördertes Teilprojekt zum bullösen Pemphigoid in der Klinischen Forschergruppe Autoimmunität. Darin stehen neben den eosinophilen auch sogenannte basophile Granulozyten im Fokus, die etwa bei allergischen – auch akuten

und potenziell lebensbedrohlichen – Entzündungen eine Rolle spielen. An einem Projekt einer Münsteraner Fachkollegin zum Thema Juckreiz ist Raap beteiligt. Hinzu kommt ab Januar das Projekt aus fakultätseigenen Mitteln, in dem Raap gemeinsam mit ihrem Groninger Kollegen Jonkman ein besonderes Hautmodell für blasenbildende Autoimmunerkrankungen etablieren möchte.

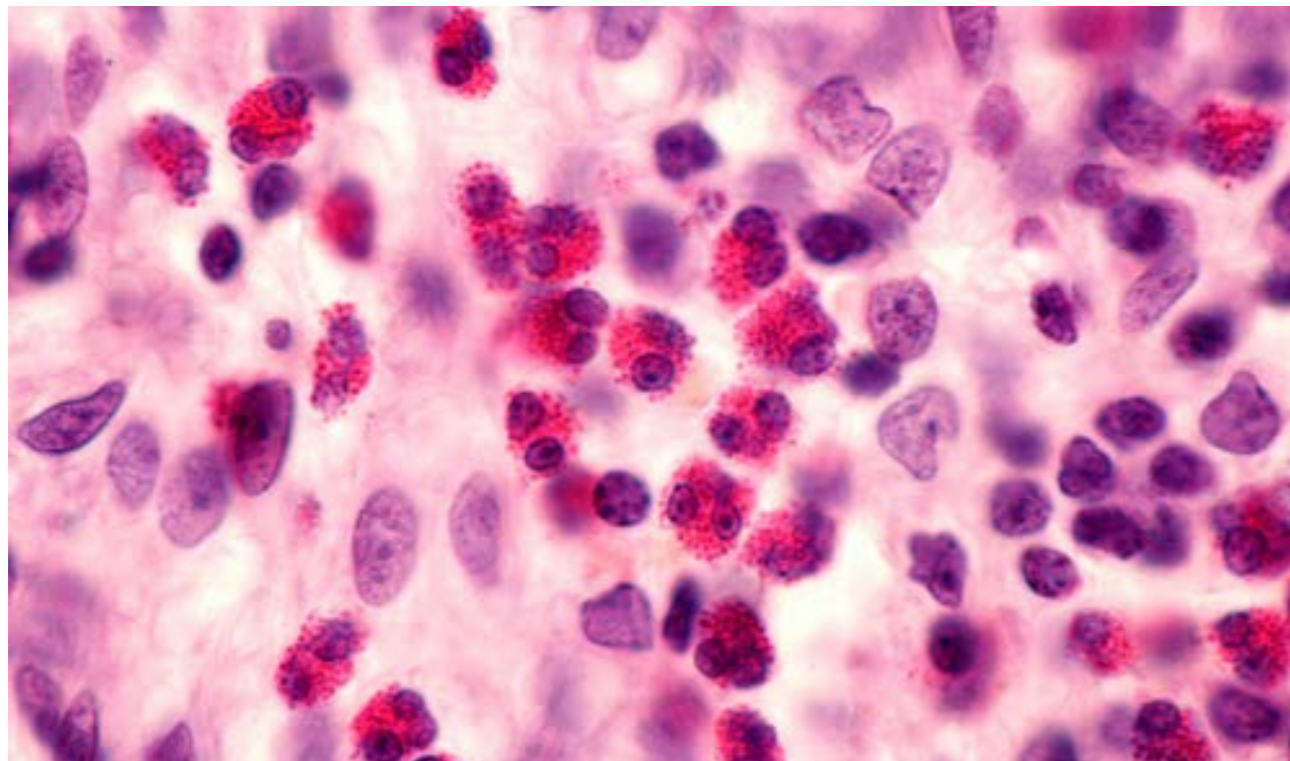
### Detektivarbeit bei unverhoffter Allergie

Die Forschung, etwa wöchentliche Laborbesprechungen mit ihrem Laborleiter auf dem Campus Wechloy, Bernhard Gibbs, gilt es für Raap nicht nur mit der Klinikleitung inklusive Privatambulanz und Tagesklinik zu verbinden. Hinzu kommt die Lehre in der „European Medical School“. Raap

zeigt den Studierenden gern, was in der Dermatologie alles möglich ist. Ob es zum Beispiel um sexuell übertragbare Krankheiten in der Ambulanz gehe, um die Detektivarbeit bei unverhofft aufgetretenen Kontaktallergien, schwerste Autoimmunerkrankungen oder plastische Operationen vom Grützbeutel bis hin zu Hautkrebs: Die große Bandbreite ist für Raap „ein echter Traum“.

Wie in der Klinik hat sie auch in Forschung und Lehre letztlich immer die Patienten im Blick, deren Wohl ihr am Herzen liegt. „Wir arbeiten an den Patienten, mit den Patienten, und dabei ist es unser Ziel, für sie neue Therapieoptionen zu entwickeln“, betont Raap. Dafür bediene ihr Team die „gesamte Klaviatur“ der immunologischen Forschung: „Vor uns sind keine Zellen sicher.“ Damit die Haut – anders als im Titel ihrer Antrittsvorlesung – möglichst keine Blasen schlägt. (ds)

[Anzeige]



Aufgrund ihres doppelten Zellkerns sehen sie so aus, „als hätten sie eine Sonnenbrille auf“: eosinophile Granulozyten. Diese mobilen Zellen, die im Körper zum Entzündungsgeschehen wandern und zum Beispiel auch mit Juckreiz zusammenhängen, beschäftigen Ulrike Raap seit ihrer Promotion 1999 immer wieder intensiv.



## UGO verleiht Auszeichnungen und unterstützt Gründer

Die Universitätsgesellschaft Oldenburg e. V. (UGO) hat ihren mit 5.000 Euro dotierten Preis für exzellente Forschung 2017 an die Sozialwissenschaftlerin Prof. Dr. Jannika Mattes verliehen. Die 36-Jährige ist seit 2011 Juniorprofessorin für die Soziologie europäischer Gesellschaften und beschäftigt sich mit der Frage, wie Innovationen entstehen. Dafür analysiert sie unter anderem, wie sich in internationalen Unternehmen Wissen aus verschiedenen Disziplinen und Standorten so zusammenfügt, dass am Ende ein neues Produkt steht. Außerdem erforscht Mattes regionale Umstrukturierungsprozesse. Sie geht der Frage nach, wie sich große Gefüge mit eingefahrenen Strukturen und vielen Beteiligten verändern – beispielsweise,

wenn eine ganze Region ihre Energiegewinnung flächendeckend auf Windenergie umstellt.

Als Nachwuchsforscher erhielt der Physiker Dr. Sebastian Wilken den mit 2.000 Euro dotierten UGO-Preis für herausragende Promotion. Der 32-Jährige promovierte in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Jürgen Parisi mit einer Arbeit über organische Photovoltaik. Er beschäftigte sich dabei mit den elementaren Prozessen in Solarzellen, die auf elektrisch leitfähigen Kohlenwasserstoffen basieren und somit kostengünstig und energieeffizient herzustellen sind. Ihre genaue Wirkungsweise ist jedoch bis heute nicht vollständig verstanden. Wilken ging dem nach und kombinierte dafür auf

innovative Weise mikroskopische und makroskopische Messmethoden. Beide Preise wurden im Rahmen der Veranstaltung „Auftakt 17/18“ verliehen, mit der Universität und UGO am 19. Oktober das akademische Jahr eröffneten.

2017 hat die UGO außerdem ein neues Veranstaltungsformat für junge Unternehmensgründer und jene, die es werden wollen, etabliert: Mit den „Kellergesprächen“ soll ihnen der Austausch untereinander sowie mit erfahrenen Persönlichkeiten aus der Wirtschaft ermöglicht werden. Die Gespräche finden in den Kellerräumen der Werbeagentur Swea von Mendes statt – auf Initiative des UGO-Vorsitzenden Prof. Dr. Werner Brinker und seiner Stellvertreterin, der Agenturchefin.

[Anzeige]

### Impressum

Nr. 62, 32. Jahrgang – ISSN 0930/8253  
www.presse.uni-oldenburg.de  
Presse & Kommunikation  
Ammerländer Heerstraße 114-118  
26129 Oldenburg  
Tel.: 0441/798-5446, Fax: -5545  
presse@uni-oldenburg.de

**Herausgeber:**  
Präsidium der Carl von Ossietzky  
Universität Oldenburg

**Redaktionsleitung:**  
Dr. Corinna Dahm-Brey (cdb)  
Volker Sandmann (vs)

**Redaktion:**  
Constanze Böttcher (cb)  
Birgit Bruns (bb)  
Nele Claus (nc, Volontärin)  
Deike Stolz (ds)

**Freie Mitarbeit:**  
Katja Lüers (kl)  
Tim Schröder (ts)

**Layout und Design:**  
Inka Schwarze

**Titel:**  
iStockphoto/liuzishan  
Grafische Bearbeitung: Per Ruppel

**Grafiken:**  
Nele Claus: S. 7  
Per Ruppel: S. 30/31

**Übersetzungen:**  
Lucy Powell, Alison Waldie

**Druck:**  
Officina-Druck  
Posthalterweg 1b – 26129 Oldenburg  
Tel.: 0441/36144220 – info@officina.de

**Fotos:**  
Peter Duddek: S. 3  
Fotolia/The Nightwriter: S. 20  
Fotolia/Edler von Rabenstein: S. 26  
Fotolia/Peshkova: S. 27  
Fotolia/JosLuis: S. 42

Markus Hibbeler:  
S. 24, 29, 36 (2x), 37 / 3x), 38 (2x), 39 (2x)  
HörTech: S. 13  
iStockphoto/Chombosan: S. 21  
Kilian Köbrich: S. 10  
OFFIS/Institut für Informatik: S. 19  
Josefine Panten: S. 38/39  
Daniel Schmidt:  
S. 8, 14, 16/17, 18, 20, 22, 23, 32, 33, 34, 34/35,  
35, 40, 58/59

Abdruck der Artikel nach Rücksprache  
mit der Redaktion und unter Nennung  
der Quelle möglich.

Frauen und Männer sollen sich von  
dieser Publikation gleichermaßen  
angesprochen fühlen. Nur zur besseren  
Lesbarkeit werden geschlechterspezi-  
fische Formulierungen häufig auf die  
maskuline Form beschränkt.

Papier: zertifiziert nach PEFC (Programme  
for the Endorsement of Forest Certificati-  
on Schemes).





Anja U. Bräuer  
Anatomie

Prof. Dr. Anja U. Bräuer ist auf die Professur für Anatomie berufen worden. Zuvor war sie stellvertretende Direktorin des Instituts für Anatomie sowie Leiterin der Arbeitsgruppe molekulare Neurobiologie an der Universitätsmedizin Rostock. Nach ihrem Studium der Biotechnologie an der Berliner Beuth Hochschule für Technik folgte 2002 die Promotion an der Humboldt-Universität Berlin. Im Anschluss war Bräuer als Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Centrum für Anatomie der Charité Universitätsmedizin Berlin tätig. Es folgte ein einjähriger Forschungsaufenthalt am Institute of Biochemistry der Universität Alberta (Kanada). Ab 2004 war Bräuer als Wissenschaftliche Assistentin am Institut für Zell- und Neurobiologie der Charité beschäftigt. 2006 wurde sie dort zur Juniorprofessorin für Molekulare Neurobiologie ernannt, 2009 übernahm sie die kommissarische Leitung des Instituts. Von 2012 bis zu ihrem Wechsel nach Rostock 2014 leitete sie die dortige Arbeitsgruppe molekulare Neurobiologie. Bräuer erforscht unter anderem, welche Faktoren das Wachstum von Nervenfasern im Gehirn beeinflussen.



Christian Busse  
Nachhaltige  
Produktionswirtschaft

Prof. Dr. Christian Busse ist auf die Professur Nachhaltige Produktionswirtschaft am Institut für Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftspädagogik berufen worden. Zuletzt forschte und lehrte er an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich, wo er sich 2016 auch habilitierte. Busse erwarb seinen Diplomabschluss in Wirtschaftsingenieurwesen 2002 an der Technischen Universität Berlin. Nach seinem Studium war er unter anderem als Unternehmensberater in Düsseldorf tätig, ehe er 2010 an der Otto Beisheim School of Management in Vallendar zum „Innovationsmanagement von Logistikdienstleistern“ promovierte. Anschließend koordinierte er an der privaten EBS Universität für Wirtschaft und Recht in Wiesbaden bis 2013 ein vom Bundesforschungsministerium gefördertes Verbundprojekt, das sich mit dem nachhaltigen Management von Wertschöpfungsketten beschäftigte. Neben diesem Schwerpunkt umfasst Busses Forschung die Schnittstelle zwischen Unternehmen und ihrer Umwelt sowie die Lücke zwischen wirtschaftswissenschaftlicher Forschung und wirtschaftlicher Praxis.



Marcus C. Christiansen  
Angewandte Wahr-  
scheinlichkeitstheorie

Prof. Dr. Marcus C. Christiansen ist auf die Professur für Mathematik mit dem Schwerpunkt Angewandte Wahrscheinlichkeitstheorie am Institut für Mathematik berufen worden. Zuvor war er als Associate Professor für Versicherungs- und Finanzmathematik an der Heriot-Watt University in Edinburgh (Schottland) tätig. Christiansen studierte Mathematik an der Universität Magdeburg und promovierte im Jahr 2007 an der Universität Rostock mit einer Analyse von finanziellen und biometrischen Risiken in der Personenversicherung. Nach einer Vertretungsprofessur am Karlsruher Institut für Technologie wurde er 2010 zum Juniorprofessor für Versicherungsmathematik an der Universität Ulm ernannt. Forschungsaufenthalte führten ihn an die Katholische Universität Leuven (Belgien) und an die Universität Kopenhagen (Dänemark). In seiner Forschung widmet sich Christiansen den Anwendungen der Wahrscheinlichkeitstheorie in der Versicherungsmathematik, insbesondere der Modellierung von langfristigen Versicherungsrisiken durch stochastische Prozesse.



Mario Dunkel  
Transkulturelle  
Musikvermittlung

Dr. Mario Dunkel ist zum Juniorprofessor für Musikpädagogik mit Schwerpunkt transkulturelle Musikvermittlung ernannt worden. Bevor er nach Oldenburg kam, war Dunkel Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Musik und Musikwissenschaft der Technischen Universität Dortmund. Neben Jazz und Jazzgeschichtsschreibung zählen die transnationale Musikdiplomatie und -pädagogik zu seinen Forschungsschwerpunkten. Der 35-Jährige studierte Englisch und Musik für die Sekundarstufe I und II an der TU Dortmund. Während dieser Zeit verbrachte er zwei Auslandsaufenthalte in den USA. Als Promotionsstipendiat der Studienstiftung des Deutschen Volkes untersuchte er in seiner 2014 abgeschlossenen Dissertation in Amerikanistik „The Stories of Jazz: Performing America through Its Musical History“ die Konstruktion und Performance von Jazzgeschichte zwischen 1917 und 1956. Dunkel erhielt den Berger-Carter Award der Rutgers University und den Cambridge University Press Award der Society for American Music. Er ist Autor der Monografie „Aesthetics of Resistance: Charles Mingus and the Civil Rights Movement.“



Erkan Gören  
Quantitative Methoden  
Wirtschaftswissenschaften

Dr. Erkan Gören ist zum Juniorprofessor für Quantitative Methoden in den Wirtschaftswissenschaften ernannt worden. Zuvor war er als Postdoktorand im Bereich Angewandte Makroökonomie des Instituts für Volkswirtschaftslehre der Universität tätig. Gören studierte Volkswirtschaftslehre an der Universität Osnabrück. 2015 promovierte er in Oldenburg über den Einfluss von ethnischer und kultureller Vielfalt auf die wirtschaftliche Entwicklung von Ländern. Forschungsaufenthalte führten ihn nach Groningen (Niederlande) und Aarhus (Dänemark). In seiner Forschung widmet sich Gören den sozioökonomischen Effekten in ethnisch heterogenen Gesellschaften, insbesondere dem Einfluss von linguistischer Distanz auf das Wirtschaftswachstum. Weitere Forschungsschwerpunkte umfassen Themen zur Evolutionsökonomik und zur internationalen Verbreitung von Technologie, basierend auf der Analyse von Firmen- und makroökonomischen Daten. Ferner beschäftigt sich Gören mit der Effektivität von Entwicklungshilfeprojekten zur Bekämpfung globaler Armut.



Gerhard Hilt  
Organische Chemie

Prof. Dr. Gerhard Hilt ist auf die Professur für Organische Chemie am Institut für Chemie berufen worden. Hilt war zuvor seit 2002 an der Universität Marburg als Professor für Organische Chemie tätig. In seiner Forschung beschäftigt sich Hilt unter anderem mit Übergangsmetall-Katalyse, Oberflächenchemie und organischer Elektrochemie. Der 49-Jährige studierte Chemie an der Universität Bonn, wo er im Jahr 1996 mit einer Arbeit zur elektrochemischen Regeneration von Cofaktoren – für enzymatische Reaktionen wichtige Moleküle – in Oxidationsreaktionen promovierte. Im Anschluss verbrachte er zwei Jahre als BASF-Stipendiat der Studienstiftung des Deutschen Volkes an der Princeton University, USA. Anschließend wechselte Hilt in die Arbeitsgruppe des Chemie-Nobelpreisträgers Prof. Dr. Ryoji Noyori an die Universität Nagoya, Japan, um auf dem Gebiet der asymmetrischen Synthese und Katalyse zu arbeiten. 1999 ging er als Emmy-Noether-Stipendiat an die Universität München, wo er sich im Jahr 2002 habilitierte.





Oliver Kramer  
Computational  
Intelligence

Prof. Dr. Oliver Kramer hat den Ruf auf die Professur für Computational Intelligence angenommen, die er seit 2011 als Juniorprofessor bekleidet hat. Kramer studierte Informatik an den Universitäten Bielefeld und Dortmund. Nach dem Diplomabschluss in Dortmund promovierte er 2008 an der International Graduate School of Dynamic Intelligent Systems in Paderborn. Anschließend war er als Postdoktorand an der Technischen Universität Dortmund tätig. Forschungsaufenthalte führten ihn an die University of Stanford und das International Computer Science Institute Berkeley (USA). Bevor Kramer Juniorprofessor am Department für Informatik der Universität Oldenburg wurde, war er als Juniorprofessor für Stochastik und Optimierung an der Fakultät Bauingenieurwesen der Universität Weimar tätig. In seiner Forschung widmet sich Kramer insbesondere lernfähigen Algorithmen, die menschenähnliche kognitive Leistungen vollbringen. Ihn beschäftigt die Frage, wie an der biologischen Evolution orientierte Methoden genutzt werden können, um Algorithmen der künstlichen Intelligenz zu verbessern.



Stefanie Sievers-Glotzbach  
Ökonomie der  
Gemeingüter

Dr. Stefanie Sievers-Glotzbach ist zur Juniorprofessorin für die Ökonomie der Gemeingüter ernannt worden. Bereits seit 2012 ist Sievers-Glotzbach an der Universität tätig und betreute als Postdoktorandin den Masterstudiengang „Sustainability Economics and Management“. Sievers-Glotzbach studierte Umweltwissenschaften an der Universität Lüneburg und an der Högskolan Kristianstad in Schweden, 2009 erlangte sie ihr Diplom. Es folgte die Promotion in Wirtschafts- und Sozialwissenschaften am Forschungszentrum Futures of Ecosystem Services der Universität Lüneburg. Der Schwerpunkt ihrer Forschung liegt auf Gemeingütern und deren Rolle für eine nachhaltige Entwicklung sowie auf Gerechtigkeitsfragen in der menschlichen Nutzung der Natur. Als Juniorprofessorin leitet Sievers-Glotzbach die durch das Bundesforschungsministerium geförderte Nachwuchsforschungsgruppe „RightSeeds“ – ein Verbundprojekt, das analysiert, welches Transformationspotenzial gemeingüterbasierte und gemeinnützige Pflanzenzüchtung und Saatgutproduktion für ein zukunftsfähiges Ernährungssystem haben.



Boris Vertman  
Analysis

Prof. Dr. Boris Vertman ist auf die Professur für Mathematik mit dem Schwerpunkt Analysis berufen worden. Zuvor lehrte und forschte er an der Universität Münster in der Arbeitsgruppe Differentialgeometrie. Sein Mathematikstudium absolvierte Vertman an den Universitäten Köln und Cambridge. Er promovierte 2008 an der Universität Bonn, wo er sich – nach zweijährigem Aufenthalt als „Postdoctoral Fellow“ an der Stanford University (USA) – 2015 auch habilitierte. Weitere Forschungsaufenthalte führten ihn an die University of California, Berkeley (USA), nach Paris sowie ins brasilianische Sao Paolo. 2014 folgte Vertman dem Ruf nach Münster. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehört die Spektrale Geometrie, die den Zusammenhang zwischen der Form eines Körpers und den Frequenzen seiner Schwingungen studiert – bedeutsam insbesondere für die Bauindustrie. Vertman befasst sich zudem mit Einstein Metriken, die – basierend auf der Relativitätstheorie von Albert Einstein – die Struktur unserer Raum-Zeit modellieren und je nach Vorannahme über unser Universum unterschiedliche geometrische Eigenschaften haben.



Friedhelm Wawroschek  
Urologie

Prof. Dr. Friedhelm Wawroschek bekleidet seit Juni 2017 die Professur für Urologie der Fakultät VI Medizin und Gesundheitswissenschaften. Wawroschek ist bereits seit 2004 Direktor der heutigen Universitätsklinik für Urologie am Klinikum Oldenburg und hat die Professur seit 2013 verwaltet. Seit 2009 leitet er das hiesige Prostatakarzinom-Zentrum. Bevor der Mediziner nach Oldenburg kam, war er von 1996 bis 2004 als Oberarzt am Klinikum Augsburg tätig. Er habilitierte sich zum Thema „Tierexperimentelle und klinische Untersuchungen zur Prostata-Lymphszintigraphie und Schildwächter-Lymphknoten-Identifikation beim Prostatakarzinom“ an der LMU München. Der gebürtige Kölner studierte Medizin an der RWTH Aachen und war von 1991 bis 1996 Assistenzarzt der Urologischen Klinik am Krankenhaus Düren. Hier promovierte er 1992 und erhielt 1995 die Facharztanerkennung für Urologie. Der 54-jährige ist Experte für urologische Chirurgie und medikamentöse Tumortherapie. Er forscht insbesondere auf dem Gebiet des Prostatakarzinoms und ist Prüfer der Ärztekammer Niedersachsen.



Karsten Witt  
Neurologie

Prof. Dr. Karsten Witt ist auf die Professur für Neurologie der Fakultät VI Medizin und Gesundheitswissenschaften berufen worden. Außerdem ist der 48-jährige neuer Direktor der Universitätsklinik für Neurologie am Evangelischen Krankenhaus Oldenburg. Zuvor war er leitender Oberarzt am Klinikum für Neurologie des Universitätsklinikums Schleswig Holstein, Campus Kiel. Witt studierte Humanmedizin an der FU Berlin, wo er 1998 über die Autoimmunerkrankung Lupus erythematoses promovierte. Anschließend war er bis 2004 wissenschaftlicher Assistenzarzt am Universitätsklinikum Schleswig Holstein (UKSH). Nach seiner Ausbildung zum Facharzt für Neurologie habilitierte sich Witt 2006 zum Thema „Neuropsychologische Störungen beim Morbus Parkinson“ und wurde Oberarzt am UKSH, seit 2012 war er als leitender Oberarzt tätig. Als Außerplanmäßiger Professor lehrte Witt seit 2010 an der Universität Kiel. Der Mediziner forscht an Bewegungsstörungen und kognitiven Fertigkeiten bei neurologischen Erkrankungen. Weitere Schwerpunkte sind kognitive Störungen und wie diese zu demenziellen Erkrankungen führen.

Heike Derwanz  
Vermittlung materieller  
Kultur

Dr. Heike Derwanz ist zur Juniorprofessorin für die Vermittlung materieller Kultur mit dem Schwerpunkt Transkulturalität ernannt worden. Zuvor war sie Vertretungsprofessorin für Ethnologie am Institut für Ethnologie und Kulturwissenschaft der Universität Bremen. Derwanz studierte Kulturwissenschaft, Kunstwissenschaft und Philosophie an den Universitäten Bremen und Siena (Italien). Als Stipendiatin des Graduiertenkollegs „Automatismen. Strukturentstehung ungeplanter Prozesse“ an der Universität Paderborn promovierte sie über die Karrieren von Street-Art-Künstlerinnen und -Künstlern auf dem Kunst- und Designmarkt. Anschließend koordinierte sie die Forschungsinitiative „Low-Budget-Urbanität. Zur Transformation des Städtischen unter dem Primat des Sparens“ an der HafenCity Universität Hamburg und forschte dort zur nachhaltigen Nutzung von Textilien. Ihre weiteren Schwerpunkte sind Wirtschaftsethnologie, Stadtforschung, Kunstmarkt, Street Art und Outsider Art. Derwanz leitet das von der DFG geförderte Projekt „Textil-MinimalistInnen. Pioniere nachhaltiger Praxis“.



## Fakultät I - Bildungs- und Sozialwissenschaften

**Bedia Akbas**, Thema: „Von Sprachdefiziten und anderen Mythen – Eine Studie zum (Nicht-)Verbleib von Fachkräften mit Migrationshintergrund in Einrichtungen der Elementarpädagogik.“ **Pädagogik**

**Bessy Albrecht-Ross**, Thema: „Der Wille zu leben – Eine qualitative Studie zum guten Leben von Menschen mit Dissoziativer Identitätsstörung.“ **Pädagogik**

**Renke Deckarm**, Thema: „European Commissioners, Their National Principals and the General Interest of the European Union.“ **Sozialwissenschaften**

**Mohammed El Hachimi**, Thema: „Berufliche Aufstiege von Menschen mit Migrationshintergrund – eine qualitativ-methodische Rekonstruktion ihrer Strategien, Barrieren und Aufstiegsverläufe.“ **Pädagogik**

**Christian Fritz-Hoffmann**, Thema: „Die Formen des Berührens. Zur Analyse des vermittelt-unmittelbaren Erfahrungsraums sozialer Praxis.“ **Sozialwissenschaften**

**Karen Geipel**, Thema: „Das werdende Subjekt. Geschlechtsbezogene Positionierungen junger Frauen im Sprechen über Zukunft.“ **Pädagogik**

**Carl-Conrad Hehmsoth**, Thema: „Vorstellungen von Grundschullehrer\_innen zu Grundlagen der Psychotraumatologie und dem Umgang mit traumatisierten Kindern in der Grundschule.“ **Sonderpädagogik**

**Gunda Holtmann**, Thema: „Ellen Ammann - Eine intellektuelle Biographie. Eine Untersuchung zur Geschichte der Sozialen Arbeit im Kontext der katholischen Frauenbewegung und des Katholischen Deutschen Frauenbundes zu Beginn des 20. Jahrhunderts.“ **Pädagogik**

**Sabine Israel**, Thema: „Essays on the political economy of health and living conditions in Europe.“ **Sozialwissenschaften**

**Birte Klingler**, Thema: „Hilfplangesprache über die ‚Arbeit am Subjekt‘. Eine anerkennungstheoretische Perspektive auf die Positionierung von Kindern und Jugendlichen in Differenzordnungen.“ **Pädagogik**

**Michael Jankowski**, Thema: „Candidate Characteristics, Party Positions and Voter Heuristics: Analyzing the Political Supply- and Demand-Side of Politics.“ **Sozialwissenschaften**

**Carolina Käter**, Thema: „Die Förderung mathematischer Basiskompetenzen zu Beginn der Sekundarstufe I – Evaluation und Implementation eines Trainingsprogramms zur Förderung der mathematischen Basiskompetenzen im inklusiven Setting zu Beginn der Sekundarstufe I.“ **Sonderpädagogik**

**Steffen Kaiser**, Thema: „Heranwachsen im Spannungsfeld von Schule und Pflgetätigkeiten – Eine empirische Studie zur schulischen Situation von pflegenden Jugendlichen.“ **Sonderpädagogik**

**Ralf Martenstein**, Thema: „Förderung der Lern- und Behaltensleistung durch Aktivierung des Vorwissens – Eine quantitativ-empirische Feldstudie zur Überprüfung der Effektivität des Advance Organizers im Sachunterricht.“ **Sonderpädagogik**

**Anne Mertens**, Thema: „Hochschule und Arbeitsmarkt.“ **Pädagogik**

**Norbert Petzold**, Thema: „Individualisation as a way to exit long-term benefit receipt? The link between long-term beneficiaries appropriations of German minimum income scheme and their life planning.“ **Sozialwissenschaften**

**Bernadetha Gabriel Rushahu**, Thema: „Guidance and Counselling Services to Students with Disabilities in Higher Learning Institutions in Tanzania: Practices and Implications.“ **Pädagogik**

**Rudolf Schick**, Thema: „Grundlegung des Bildzeichenunterrichts im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung.“ **Sonderpädagogik**

**Bettina Schmidt**, Thema: „Möglichkeits(t)räume diskriminierungskritischer Bildungsarbeit in Schulen – Erfahrungen und Reflexionen aus einer subjekt-wissenschaftlichen Praxisforschung.“ **Pädagogik**

**Michael Viertel**, Thema: „Mediatisierte Kindheit: Kontinuität und Wandel des Aufwachsens von Grundschulkindern im Spannungsfeld informeller und formeller Bildungskontexte.“ **Pädagogik**

**Laura Weiland**, Thema: „Kooperative Unterrichtsreflexion im Lehramtsstudium – eine Interventionsstudie.“ **Sonderpädagogik**

**Xuping Ye**, Thema: „Eine vergleichende Untersuchung zum Qualitätsverständnis von Unterricht in China und Deutschland.“ **Pädagogik**

**Katharina Zimmermann**, Thema: „The Europeanisation By Cohesion policy – The European Social Fund in local labour market policies.“ **Sozialwissenschaften**

## Fakultät II – Informatik, Wirtschafts- und Rechtswissenschaften

**Mohamed Abdelaal**, Thema: „Enabling Energy-Efficient Wireless Sensing with Improved Service Quality.“ **Informatik**

**Nazime Assly**, Thema: „Vertrauensbruch als Kündigungsvoraussetzung im deutschen und türkischen Arbeitsrecht am Beispiel der Bagatellkündigung.“ **Rechtswissenschaften**

**Abhishek Awasthi**, Thema: „Optimization of NP-hard Scheduling Problems by Developing Timing Algorithms and Parallelization.“ **Informatik**

**Lama Balloul**, Thema: „Interface Lifecycle Management on Enterprise Landscape Level.“ **Informatik**

**Sebastian Beer**, Thema: „Dynamic Coalition Formation in Electricity Markets.“ **Informatik**

**Alexander Bergfink**, Thema: „Videoüberwachung im ÖPNV.“ **Rechtswissenschaften**

**Linda Bergset**, Thema: „Challenges in Green Start-up Finance.“ **Betriebswirtschaftslehre**

**Philipp Biermann**, Thema: „Using Subjective Well-Being Data for Energy Policy Analysis.“ **Volkswirtschaftslehre**

**Michael Blaich**, Thema: „Path Planning and Collision Avoidance for Safe Autonomous Vessel Navigation in Dynamic Environments.“ **Informatik**

**Dirk Brunberg**, Thema: „Zur Wirkung von Sentiment in der Kapitalmarktkommunikation auf Finanzanalysten.“ **Betriebswirtschaftslehre**

**Frerich Buchholz**, Thema: „Essays on the Effects of Corporate Governance and CEO Narcissism on Firm Performance and Accounting Choices.“ **Betriebswirtschaftslehre**

**Felix Canitz**, Thema: „Corporate Social Responsibility and Financial Reporting – An Empirical Analysis with Emphasis on the Effects of Sustainability in Accounting.“ **Betriebswirtschaftslehre**

**Christian Denker**, Thema: „Assessing the Spatio-Temporal Fitness of Information Supply and Demand on Ship Bridges.“ **Informatik**

**Dennis Dexheimer**, Thema: „Führung und Fehlverhalten. Wirkungen, Einflussfaktoren und Interventionsmöglichkeiten.“ **Betriebswirtschaftslehre**

**Petra Dünhaupt**, Thema: „Financialization and Income Distribution – Empirical Evidence from OECD Countries.“ **Volkswirtschaftslehre**

**Reef Janes Eilers**, Thema: „Abstraction of Aging Models for High Level Degradation Prediction.“ **Informatik**

**Björn Engelmann**, Thema: „Techniques for the Verification of Dynamically Typed Programs.“ **Informatik**

**Sabrina Erkeling**, Thema: „Die rechtliche Zulässigkeit des Verbots des Handels mit virtuellen Gegenständen und Avataren durch die Betreiber von Online-Games.“ **Rechtswissenschaften**

**Maher Fakhri**, Thema: „State-Based Real-Time Analysis of Synchronous Data-flow (SDF) Applications on MPSoCs with Shared Communication Resources.“ **Informatik**

**Erik Flick**, Thema: „Proving correctness of graph programs relative to recursively nested conditions.“ **Informatik**

**Akem Noela Forkusam**, Thema: „Transnational Microfinance and Mission Drift: Evidence from Sub Saharan Africa.“ **Volkswirtschaftslehre**

**Jutta Fortmann**, Thema: „Wrist-Worn Light-Based Smart Digital Jewellery.“ **Informatik**

**Yang Gao**, Thema: „Verification of Stochastic Systems by Stochastic Satisfiability Modulo theories with Continuous Domain (CSSMT).“ **Informatik**

**Birthe Gebhardt**, Thema: „Ein Analyse-Framework für zeitabhängige reaktive Ablaufplanung.“ **Informatik**

**Volker Gollücke**, Thema: „Bewertung von Simulationszuständen für eine gezielte Analyse risikoreicher Systeme.“ **Informatik**

**Christoph Gran**, Thema: „Perspektiven einer Wirtschaft ohne Wachstum. Adaption des kanadischen Modells LowGrow an die deutsche Volkswirtschaft.“ **Betriebswirtschaftslehre**

**Saskia Greiner**, Thema: „Risikointegriertes Prozess Engineering am Beispiel Offshore Windpark.“ **Informatik**

**Justin Philipp Heineremann**, Thema: „Wind Power Prediction with Machine Learning Ensembles.“ **Informatik**

**Sven Hildebrandt**, Thema: „Werbeerfolg von 2D- und 3D-Kinowerbung. Ein vergleichendes Laborexperiment am Beispiel des Spots ‚Eco Break‘ der Volkswagen AC.“ **Betriebswirtschaftslehre**

**Lars Hochmann**, Thema: „Die Aufhebung der Leblösigkeit. Eine praxis- und naturtheoretische Dekonstruktion des Unternehmerischen.“ **Betriebswirtschaftslehre**

**Sascha Hornauer**, Thema: „Maritime Trajectory Generation for n-Vessel Collision Avoidance.“ **Informatik**

**Haoshen Hu**, Thema: „Essays on the Information Content and Spillover Effects of Credit Ratings.“ **Betriebswirtschaftslehre**

**Stefan Janacek**, Thema: „Identifikation von Freiheitsgraden und Wechselwirkungen in Rechenzentren unter Betrachtung elektrischer und thermischer Energie.“ **Informatik**

**Mirco Josefiok**, Thema: „MedRec - Entwicklung eines Cockpits für die Ausbildung in der Differenzialdiagnostik.“ **Informatik**

**Oday Jubran**, Thema: „Recurrence in Self-Stabilization – Theory, Verification, and Application.“ **Informatik**

**Leonhard Kähler**, Thema: „Environmental Agreements – Strategic Complements and Transnational Cooperation.“ **Volkswirtschaftslehre**

**Saifullah Khan**, Thema: „Recurrence in Self-Stabilization – Theory, Verification, and Application.“ **Informatik**

**Daniel Lückehe**, Thema: „Geometry-Predicting Communications Protocols for Car2X Applications.“ **Informatik**

**Judith Neugebauer**, Thema: „Abstract Flexibility Description for Virtual Power Plan Scheduling.“ **Informatik**

**Michael Neumann**, Thema: „Wie Start-ups scheitern. Betrachtung der Ursachen und Verläufe des Scheiterns junger Unternehmen aus einer attributionstheoretischen Perspektive.“ **Betriebswirtschaftslehre**

**Christian Neureiter**, Thema: „A Domain-Specific Model Driven Engineering Approach for Systems Engineering in the Smart Grid.“ **Informatik**

**Markus Oertel**, Thema: „A Linear Scaling Change Impact Analysis Based on a Formal Safety Model for Automotive Embedded System.“ **Informatik**

**Suren Pakhchanyan**, Thema: „Essays in operational risk and credit risk in financial institutions.“ **Betriebswirtschaftslehre**

**Kathrin Pappmeyer**, Thema: „Work-Life-Balance im Kontext von mitarbeiterunterstützenden Dienstleistungen.“ **Betriebswirtschaftslehre**



**Thomas Pieper**, Thema: „Organisationales und Nachhaltiges Lernen in der Wasserversorgungswirtschaft.“

**Betriebswirtschaftslehre**

**Christina Pötzsch**, Thema: „The Economics and Econometrics of Trade-Related Technology Diffusion.“

**Volkswirtschaftslehre**

**Serge Runge**, Thema: „Energiewirtschaftlich optimierende Batterieeinsatzplanung in geschlossenen Transportsystemen mit Batteriewechseln.“

**Informatik**

**Johanna Schmidt-Bens**, Thema: „Auftragsdatenverarbeitung und globaler Datenschutz mit Fokus USA.“

**Rechtswissenschaften**

**Charlotte Schuster**, Thema: „Managementmyopie – Eine empirische Studie zum Investitionsverhalten gründer- und managergeführter US-Unternehmen.“

**Betriebswirtschaftslehre**

**Sören Schweigert**, Thema: „Simulative Überprüfung von Sensordatenverarbeitungssystemen.“

**Informatik**

**Cornelius Steinbrink**, Thema: „A Non-Intrusive Uncertainty Quantification System for Modular Smart Grid Co-Simulation.“

**Informatik**

**Simon Thomas**, Thema: „Die Positionierung von Markenallianzen in Szenen als Option der strategischen Markenführung.“

**Betriebswirtschaftslehre**

**Janko Timmermann**, Thema: „Development of a User-adaptive Mobile System to Support Running Training for Beginners.“

**Informatik**

**Marie Uebersalz**, Thema: „Rechtsprobleme bei der Förderung der Hochschultätigkeiten durch Leistungen Privater vor dem Hintergrund der Korruptionsprävention.“

**Rechtswissenschaften**

**Daniel Vinke**, Thema: „Verfall von strategischen Wettbewerbsvorteilen auf internetbasierten Netzwerkmärkten.“

**Betriebswirtschaftslehre**

**Lars Weber**, Thema: „Diver Modeling and Simulation of Lane Change Situations.“

**Informatik**

**Björn Wolff**, Thema: „Support Vector Regression for Solar Power Prediction.“

**Informatik**

**Sören Zimmermann**, Thema: „Dedicated Robotic Handling and Processing at the Submicrometer Scale: Feasibility Studies.“

**Informatik**

## Fakultät III – Sprach- und Kulturwissenschaften

**Rami Chahin**, Thema: „Towards a Spectral Microtonal Composing: A Brigade between Arabic and Western Music.“

**Musik**

**Dobrinka Genevska-Hanke**, Thema: „Subject realization in Bulgarian, Overt and Null subjects in Bulgarian-German Interlanguage.“

**Anglistik**

**Marion Godau**, Thema: „Formgebung – Gestaltung – Industrial Design. Ein Beitrag zur Genealogie von ‚Design‘ anhand des ‚Gestaltungsdiskurses in der Bundesrepublik Deutschland der 1950er Jahre.“

**Kunst und Medien**

**Katharina Hupe**, Thema: „Belgische Literatur vor Gericht. Über die Autonomie literarischer Texte in Gerichtsverfahren.“

**Niederlandistik**

**Angela Jochmann**, Thema: „The effect of slowed speech on comprehension of German non-canonical sentences in aphasia with and without hearing impairment.“

**Niederlandistik**

**Julia Munier**, Thema: „Von Nazi-Vamps und Nazi-Camp. Sexualisierte Deutungsmuster von Nationalsozialismus und italienischem Faschismus als erinnerungskulturelle Praktiken der Subjektivierung.“

**Kunst und Medien**

**Lisbeth Suhrcke**, Thema: „Schriftstellerin/Wissenschaftlerin. Marie Lipsius (1837-1927) und ihr publizistisches Werk in der Gründungsphase der Musikwissenschaft. Ein Beitrag zur Wissenschaftsgeschichte.“

**Musik**

**Jonas Traudes**, Thema: „Adoration & Observation. Musizierende ‚Wunderkinder‘ in der Öffentlichkeit um 1800.“

**Musik**

**Christian Winter**, Thema: „In der Freiheit des freien Schriftstellers: Wolfgang Koeppen im literarischen Feld der Bundesrepublik Deutschland 1951-1996.“

**Germanistik**

**Eugen Zentner**, Thema: „Der hybride Autor. Subjektbildung und die Praktik der autofiktionalen Selbstinszenierung in der deutschsprachigen Gegenwartsliteratur.“

**Germanistik**

**Hendrikje Ziemann**, Thema: „The processing and comprehension of pronominal elements in Dutch as a second language.“

**Niederlandistik**

## Fakultät IV – Human- und Gesellschaftswissenschaften

**Oliver Bruns**, Thema: „Antike Grundlagen der Entstehung moderner Menschenrechte.“

**Philosophie**

**Lajos Fodor**, Thema: „Der Griff nach dem Absoluten.“

**Philosophie**

**Viktoria Hartermann**, Thema: „Auch dies erkannte ich, dass es von Gottes Hand kommt (Koh 2, 24b) – Die Theologie des Buches Kohelet.“

**Ev. Religion/Religionspädagogik**

**Christoph Kienemann**, Thema: „Der koloniale Blick gen Osten – Osteuropa im Diskurs des Deutschen Kaiserreiches von 1871.“

**Geschichte**

**Jakob Koscholke**, Thema: „Synapses of amacrine cells and ceramide synthase deficiency in the mouse retina.“

**Philosophie**

**Julia Kulbarsch-Wilke**, Thema: „James Bond und der Zeitgeist.“

**Geschichte**

**Annika Raapke**, Thema: „The Realm Beyond the Line. European bodies and the perils and possibilities of the eighteenth century French Caribbean.“

**Geschichte**

**Marlen Schapschröer**, Thema: „Exploring the Interaction of Physical Exercise Load and Perceptual – Cognitive Skills in (Elite) Athletes.“

**Sportwissenschaft**

**Michael Schippers**, Thema: „Reassessing Probabilistic Measures of Coherence.“

**Philosophie**

**Veronika Springmann**, Thema: „Gunst und Gewalt. Sport in nationalsozialistischen Konzentrationslagern.“

**Sportwissenschaft**

**Christina Steingröver**, Thema: „Relative age effects in sport: An empirical investigation of micro- and macro-level developmental constraints.“

**Sportwissenschaft**

**Klaas-Dieter Voß**, Thema: „Das Emdener Religionsgespräch von 1578. Zur Genese des gedruckten Protokolls sowie Beobachtungen zum theologischen Profil der flämischen Mennoniten.“

**Ev. Religion/Religionspädagogik**

**Britta Wehen**, Thema: „Macht das (historischen) Sinn? Narrative Strukturen von Schülern vor und nach der Dekonstruktion eines geschichtlichen Spielfilms.“

**Geschichte**

**Heinz Wübbena**, Thema: „Entwicklung eines feldtheoretischen Modells gruppenspezifischer Prozesse in Sportspielmannschaften.“

**Sportwissenschaft**

## Fakultät V – Mathematik und Naturwissenschaften

**Rahma Suleiman Al-Nadhairi**, Thema: „Numerical modelling of the tidally influenced part of the Elbe River Estuary.“

**Meereswissenschaften**

**Mehrnaz Anvari**, Thema: „Disentangling and characterisations of the stochastic behavior of complex time series, wind and solar power.“

**Physik**

**Stefanie Arend**, Thema: „Verständnisorientierter Umgang von Mathematikstudierenden mit der  $\epsilon$ - $\delta$ -Definition von Stetigkeit – Perspektiven und Analysen.“

**Mathematik**

**David Bastine**, Thema: „Stochastic Analysis and Modeling of Wind Turbine Wakes.“

**Physik**

**Melanie Behrens**, Thema: „Controls on rare earth element and neodymium isotope distributions in the West Pacific: local imprint vs. lateral transport.“

**Meereswissenschaften**

**Nadine Bernhardt**, Thema: „Analysis of phylogenetic relationship among diploid Triticeae grasses.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Paul Georg Beyersmann**, Thema: „Ecological Significance and Regulation of Secondary Metabolite Production in Phaeobacter Species.“

**Meereswissenschaften**

**Claudio Bierig**, Thema: „Approximation of Central Moments and Probability Density Functions by MLMC with Application to Stochastic Variational Inequalities.“

**Mathematik**

**Sara Billerbeck**, Thema: „The pelagic clusters of the Roseobacter group: Global distribution, genome analysis and physiological characterization.“

**Meereswissenschaften**

**Pamina Bohn**, Thema: „Kurzzeitige thermische Belastung von Lithium-Ionen Zellen während des Montageprozesses zu Hochvolt-Batteriesystemen.“

**Chemie**

**Sven Breider**, Thema: „Genomic and taxonomic analyses of bacteria affiliated with the Leisingera – Phaeobacter cluster.“

**Meereswissenschaften**

**Benjamin Burfeind**, Thema: „Zum Verhalten wässriger Aminlösungen in der absorptiven Gasaufbereitung.“

**Chemie**

**Michaela Busch**, Thema: „EXTREME EVENTS IN THE MARINE ENVIRONMENT. The role of species-specific traits and adaptive strategies for harmful dinoflagellate bloom formation.“

**Meereswissenschaften**

**Heinz Bültner**, Thema: „Electron Transport Through the Solid Electrolyte Interphase in Lithium-Ion Batteries.“

**Chemie**

**Miguel Angel Cebrián-Piqueras**, Thema: „Trade-offs and synergies between forage production, species conservation and carbon stocks in temperate coastal wet grasslands.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Kabritri Chattopadhyay**, Thema: „Optimization of spatial blancing and storage needs for large-scale power system integration of fluctuation solar energy.“

**Physik**

**Anton Daitche**, Thema: „Memory Effects in the Motion of Inertial Particles.“

**Meereswissenschaften**

**Pratik Ranjan Das**, Thema: „Conducting Polymers as Functional Binders for Lithium Ion Battery Positive Electrodes.“

**Chemie**

**Sebastian Decker**, Thema: „Basische Aktivierung von Ethylenoxid und Diketen.“

**Chemie**

**Özden Demircioğlu**, Thema: „Investigations of the optical properties of Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub> and detection of the secondary phases in Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub> solar cell absorbers by spectroscopic ellipsometry.“

**Physik**

**Timo Dewenter**, Thema: „Analysis and Optimization of Power Grids in Connection with Virtual Synchronous Machines.“

**Physik**

**Marvin Dörries**, Thema: „Proteogenomics of environmentally relevant, marine, sulfate-reducing bacteria.“

**Meereswissenschaften**

**Marco Dogs**, Thema: „Ecological relevance of secondary metabolite production by marine surface-associated Rhodobacteraceae.“

**Meereswissenschaften**

**Saustin Dongmo**, Thema: „Local electrochemical formation and selective detection of reactive oxygen species.“

**Chemie**

**Jana-Katharina Dressler**, Thema: „Lernprozesse von Chemielehramtsstudierenden hinsichtlich des Experimentierens im Schulpraktikum.“

**Physik**

**Helena Einzmann**, Thema: „Epiphytes in Human-Modified Landscapes.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Martin Esmann**, Thema: „Probing single metal nanoparticles with a novel adiabatic- nanofocusing scanning near-field optical microscope.“

**Physik**

**Hanna Fedderwitz**, Thema: „Preparation and Characterization of Cuprous Oxide Thin Films using Low-Temperature Scanning Tunneling Microscopy.“

**Physik**



**Lena Freimuth**, Thema: „Studien zur Synthese von fluoreszierenden Diaminoterephthalsäurederivaten zur Anwendung in den Life Sciences und der Materials Science.“ **Chemie**

**Henning Fröllje**, Thema: „Rare Earth Element and Neodymium Isotope Tracing of Element Input and Past Ocean Circulation: Study From North and South Pacific Seawater and Sediments.“ **Meereswissenschaften**

**Andrea Fuchs**, Thema: „Auswirkungen von Klimaveränderungen auf Diversität und Aktivität von Mikroorganismen in Sedimenten.“ **Meereswissenschaften**

**Sindy Rocío Mojica Gómez**, Thema: „Astrophysical Signatures from Generalized Einstein Equations.“ **Physik**

**Thomas Greve**, Thema: „Hydrothermale Carbonisierung von Landschaftspflegematerial – Parameteranalyse und Methodenentwicklung in Richtung einer Prozessmodellierung.“ **Meereswissenschaften**

**Jan grosse Austing**, Thema: „Unitized Bidirectional Vanadium-Air Redox Flow Battery.“ **Chemie**

**Henning Großekappenberg**, Thema: „Eigenschaften und Reaktionen tertiärer und sekundärer Silylkationen sowie aluminiumbasierter Lewis-Säuren.“ **Chemie**

**Andrea Gruner**, Thema: „Signatures of bioactivity in petroleum reservoirs.“ **Meereswissenschaften**

**Nico Grüner**, Thema: „Fitness-based classification of phytoplankton species from the southern North Sea.“ **Meereswissenschaften**

**Luzie Haase**, Thema: „Kenntnisse, Einstellungen und Bewertungen von Jugendlichen bezüglich chemischer Berufe – Ergebnisse einer Fragebogenstudie in der Sekundarstufe I an allgemein bildenden Schulen.“ **Chemie**

**Matthias Heinrich**, Thema: „Diagnosebasierte Adaptionen von Mathematikunterricht durch angehende Lehrpersonen im fachbezogenen Schulpraktikum.“ **Mathematik**

**Iván Herráez Hernández**, Thema: „Numerical Analysis of Wind Turbine Aerodynamics.“ **Physik**

**Johannes Hoppenau**, Thema: „On the role of information and work in stochastic thermodynamics.“ **Physik**

**Rebecca Horeis**, Thema: „Nanohybridmaterialien für optoelektronische Anwendungen.“ **Chemie**

**Annika Janssen-Kaufeld**, Thema: „Biodiversität der benthischen Lebensgemeinschaft des Manganknollengürtels im äquatorialen NE-Pazifik.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**René Jarling**, Thema: „Transformations of hydrocarbons in anaerobic bacteria.“ **Meereswissenschaften**

**Mirjam Kant**, Thema: „Eingrenzung der Schwellenwertkonzentration von 4-Hydroxyacetophenon bei ‚Aromatoleum aromaticum‘ Stamm EbN1.“ **Meereswissenschaften**

**Saranya Kanukollu**, Thema: „The metabolic potential and the distribution of the Roseobacter group in marine sediments.“ **Meereswissenschaften**

**Stefan Kapp**, Thema: „Lidar-based Reconstruction of Wind Fields and Application for Wind Turbine Control.“ **Physik**

**Leena Karrasch**, Thema: „Land management-based approach to assess ecosystem services embedded in participatory adaptive land use planning and assessment.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Alexander Kies**, Thema: „Modelling the Influence of Demand Side Management, Storage and Curtailment on a Highly Renewable European Power System.“ **Physik**

**Heiko Kollmann**, Thema: „Linear and nonlinear optics of helium-ion milled gold nanoantennas and Fourier-transform spatial modulation spectroscopy.“ **Physik**

**Sebastian Kofsmehl**, Thema: „Physiologische und subzelluläre Proteomik von Phaeobacter inhibens DSM 17395.“ **Meereswissenschaften**

**Jan Kühnert**, Thema: „Development of a photovoltaic power prediction system for forecast horizons of several hours.“ **Physik**

**Florian Loose**, Thema: „Imine in der Koordinationssphäre des Titans – Bindungsmodi und Reaktivität.“ **Chemie**

**Hannah Loranger**, Thema: „The Regeneration Niche of Trees at the Alpine Treeline – Constraints of Microclimate and the Alpine Grassland Vegetation on Germination and Seedling Establishment.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Lars Lühning**, Thema: „Neue Titan-katalysatoren für Hydroaminierungs- und Hydroaminoalkylierungsreaktionen zur Generierung pharmazeutisch relevanter Strukturmodule.“ **Chemie**

**Dennis Lutters**, Thema: „Synthese von neuen Silicium(II)-Verbindungen und Studien zu ihrer Reaktivität.“ **Chemie**

**Vera Mageney**, Thema: „Brassica oleracea var. sabellica L. – phytochemical variability, variety characterization & breeding perspectives.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Anna Rieke Mehrens**, Thema: „Characterization of Mesoscale Offshore Wind Speeds and their Variability.“ **Physik**

**Andreas Michalik**, Thema: „Star compass and magnetic compass in European Robins Erithacus rubecula.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Peter Michalowski**, Thema: „Entwicklung von Spinell-Dünnschicht-Kathoden für Lithium-Ionen-Batterien und deren Charakterisierung mittels Lock-In-Thermografie.“ **Physik**

**Nils Neugebohrn**, Thema: „Electronic Transport and Potential Barriers at the MoSe<sub>2</sub> Mo Back Contact in Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> Solar Cells.“ **Physik**

**Alex Neumüller**, Thema: „Argon and Hydrogen Plasma Treatment of Interfaces in Silicon Heterojunction and Silicon Thin Film Solar Cells.“ **Physik**

**Thi Thuy Hang Nham**, Thema: „Reactive transport modeling of organic trace compounds in groundwater.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Alexandra Ostmann**, Thema: „Metazoan Meiofauna in Icelandic Waters – How Environmental Conditions Shape Distribution Patterns, Diversity, and Abundance.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Johannes Pein**, Thema: „The hydrodynamics of the Ems Estuary.“ **Meereswissenschaften**

**Maximilian Petzold**, Thema: „Land cover versus functional diversity based assessments of ecosystem properties in a heterogeneous landscape.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Simon Pfanzelt**, Thema: „Plant evolution and biogeography in wetland ecosystems of the South American Andes.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Martin Pilarski**, Thema: „Heterogeneous Photocatalysis with Transition Metal Modified Layered Titanates for Solar Hydrogen Production.“ **Chemie**

**Anika Pohlbeln**, Thema: „Marine dissolved organic sulfur – Sources, fate, and structural characteristics.“ **Meereswissenschaften**

**Franziska Preuß**, Thema: „The impact of viruses on the marine deep biosphere.“ **Meereswissenschaften**

**Siri Rackebandt**, Thema: „Modelling the Population Dynamics of Antarctic krill: The Timing of Reproduction and the Impact of Climate Change.“ **Meereswissenschaften**

**Crispin Reinhold**, Thema: „Sila- and Germacyclopentadienes: Radicals, Anions, and the New Type of Tetrylene.“ **Chemie**

**Nico Reinke**, Thema: „Application, Generation and Analysis of Turbulent Flows.“ **Physik**

**Jörg Robin**, Thema: „Time-Resolved Spectroscopy of Rydberg Electrons at a Gold Nanotip and Calcium Sensor Proteins.“ **Physik**

**Stanislav Rockel**, Thema: „Experimentelle Untersuchungen des Nachlaufverhaltens und der Dynamik einzelner schwimmender Windenergieanlagen sowie Anlagen im Parkverbund.“ **Physik**

**Birger Ruddigkeit**, Thema: „Enzym-katalysierte, kinetische Racematspaltung  $\alpha$ -quartärer  $\beta$ -Oxoester.“ **Chemie**

**Preeseela Satpathy**, Thema: „Influence of lactate in anaerobic digestion and in the Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1).“ **Meereswissenschaften**

**David Schellenberger Costa**, Thema: „Applying the effect-response framework in the tropics: Links between plant functional traits, the abiotic environment, and ecosystem functioning at Mount Kilimanjaro, Tanzania.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Dorothea Scheunemann**, Thema: „Studies on the Limiting Factors in Solar Cells Based on Colloidal CuInS<sub>2</sub> Nanocrystals.“ **Physik**

**Franz-Josef Schiel**, Thema: „Larvalökologie von Libellen astatischer Gewässer unter temperaten Klimabedingungen. Wie sind die Präimaginalstadien charakteristischer Libellenarten von Temporärgewässern an die besonderen Bedingungen ihres Lebensraumes angepasst?“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Torben Schlüter**, Thema: „Realisierung und Konzipierung von Syntheserouten zur diversitätsorientierten Darstellung diverser N-Heterocyclen durch Kombination von Multikomponentenreaktionen und anschließenden Cyclisierungen.“ **Chemie**

**Christina Schmidt**, Thema: „The influence of trenches on meiofauna communities in the deep sea with a separate view of the Vema Fracture Zone and a special focus on Harpacticoida (Crustacea, Copepoda).“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Christian Schubert**, Thema: „Study of energy yield influencing properties of Cu(In<sub>x</sub>-1,Ga<sub>x</sub>)(Se<sub>y</sub>-1,Sy)<sub>2</sub> solar cells by device simulation.“ **Physik**

**Patrick Schwager**, Thema: „Investigation of the Oxygen Reduction Reaction at Gas Diffusion Electrodes for Lithium-Oxygen Batteries by Scanning Electrochemical Microscopy.“ **Chemie**

**Nicole Schwartz**, Thema: „Why are aliens so successful? Explaining the invasion success of Sargassum muticum.“ **Meereswissenschaften**

**Susanne Schwarze**, Thema: „Behavioral and neuroanatomical studies of magnetoreception in migratory songbirds.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Christopher Seidler**, Thema: „Funktionalisierte poröse Additive für protonenleitende Membranen.“ **Chemie**

**Volker Steenhoff**, Thema: „Development of Amorphous Germanium Nanoabsorber Solar Cells.“ **Physik**

**Sonja Steinke**, Thema: „Studying the breeding ecology of Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) with focus on the Obsoletus Group.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Annemieke Strijkstra**, Thema: „Anaerobic degradation of para-alkylated aromatic compounds – a proteogenomic perspective.“ **Meereswissenschaften**

**Christiane Stroth**, Thema: „Phasenbildung und Phasenübergänge in Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub> – Dünnschichten für die Anwendung in Solarzellen.“ **Physik**

**Sebastian Ströh**, Thema: „Influence of glutamate receptor ablation in horizontal cells on retinal signaling.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**James Taylor**, Thema: „Temporal and Spatial Variability of Epibenthic Megafaunal Communities from the Arctic Deep-Sea LTER Observatory HAUSGARTEN.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Nadine Tchamba Yimga**, Thema: „The role of molecular packing on carrier transport in liquid crystalline dyes.“ **Physik**

**Kristin Tietje**, Thema: „Neuronal and genetic basis of olfactory imprinting in zebrafish.“ **Biologie/Umweltwissenschaften**

**Yi-Ting Tsai**, Thema: „CPPI strategies and the problem of long-term guarantees.“ **Mathematik**



## Promotionen

**Laura Verbeek**, Thema: „Effects of Phytoplankton Diversity on the Stability of Freshwater Ecosystems.“

**Meereswissenschaften**

**Melanie Wallisch**, Thema: „Diaminoterephthalate – Neue Fluoreszenzsonden für Anwendungen in der Biochemie und Biologie.“ **Chemie**

**Stefan Weitemeyer**, Thema: „The Role of Storage for the Large-scale Integration of Fluctuating Renewable Energy Sources in Prospective Power Supply Systems.“ **Physik**

**Sebastian Wilken**, Thema: „Studies on the Generation, Extraction, and Recombination of Charge Carriers in Organic Solar Cells.“ **Physik**

**Thomas Winkler**, Thema: „Auswirkungen eines operativen Risikomanagements auf den Schadenverlauf von Kraftfahrzeug-Flotten.“ **Mathematik**

**Tanja Winter**, Thema: „Modellierung dynamischer Lasten auf Windkraftanlagen unter dem Einfluss turbulenter Anströmung.“ **Physik**

**Julia Witt**, Thema: „Nanopartikel geprägte Matrizen: Aufbau von Grenzflächen mit hoher Selektivität für funktionalisierte Nanopartikel.“ **Chemie**

**Sarah Witte**, Thema: „Pedogenetic and biogeochemical processes in tidal deposits at the Southern North Sea coast.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Maren Zark**, Thema: „The impact of ocean acidification on marine dissolved organic matter.“

**Meereswissenschaften**

**Folker Zutz**, Thema: „Synthese und Charakterisierung von Cu<sub>2</sub>ZnS<sub>4</sub>Nanopartikeln und Untersuchung der Materialphasen an Pulverproben und Pulverpellets.“ **Physik**

### Fakultät VI – Medizin und Gesundheitswissenschaften

**Malte Ahlers**, Thema: „Thermische und nichtthermische Effekte von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern der Mobilfunktechnologie auf Lichtantworten von retinalen Ganglienzellen.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Frerk Müller-von Aschwege**, Thema: „Konzept eines modellgestützten telemedizinisch-supervidierten Trainings am Beispiel von KHK-Patienten.“

**Informatik**

**Alina Baltus**, Thema: „The role of neuronal oscillations in auditory cortex for auditory temporal resolution in humans.“ **Psychologie**

**Regina Baumgärtel**, Thema: „Techniques for improving speech intelligibility and spatial perception in users of bilateral Cochlear Implants.“

**Physik**

**Derik Behrens**, Thema: „Assessment of auditory function in mice using prepulse inhibition and operant conditioning procedures.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Niclas Braun**, Thema: „Neurocognitive aspects and clinical relevance of bodily self-awareness.“ **Psychologie**

**Bianca Brüggemann**, Thema: „Synapses of amacrine cells and ceramide synthase deficiency in the mouse retina.“

**Naturwissenschaften**

**Sarah Janine Büttof**, Thema: „Organizational principles of spontaneously arising functional connectivity in the human brain.“ **Psychologie**

**Ling-Chia Chen**, Thema: „Cortical plasticity in cochlear implant users.“ **Psychologie**

**Lena Ebbers**, Thema: „Aktivitätsabhängige Prozesse im auditorischen System: Untersuchung morphologischer, physiologischer und molekularer Aspekte.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Nader El-Sourani**, Thema: „Routine use of contrast swallow after total gastrectomy and esophagectomy: is it justified?“ **Humanmedizin**

**Georgios Exarchakis**, Thema: „Probabilistic Models for Invariant Representations and Transformations.“ **Physik**

**Stephanie Friepörtner**, Thema: „Intubationslarynx-tubus (iLTS) versus direkte Laryngoskopie (DL) bei Patienten mit simuliertem schwierigem Atemweg.“ **Humanmedizin**

**Helena Greb**, Thema: „Komplexität der Gap Junctions zwischen den Horizontalzellen der Fischretina.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Julian Grosse**, Thema: „Audio reproduction in non-optimal acoustical environments.“ **Physik**

**Katrin Hanken**, Thema: „Fatigue in multiple sclerosis – primary causes and treatment.“ **Psychologie**

**Henrike Janßen**, Thema: „Die durch perioperativen Stress erzeugte Zunahme von Plaquevolumen und Vulnerabilität in Apolipoprotein E-defizienten Mäusen ist einer Statintherapie und einer Interleukin-6 Inhibition zugänglich.“ **Humanmedizin**

**Angela Josupeit**, Thema: „Auditory Scene Analysis: Functional models of coding and classification of speech-related information from spatially distributed sound sources.“ **Physik**

**Steffen Kortlang**, Thema: „Characterization and model-based compensation of suprathreshold auditory processing deficits.“ **Physik**

**Ursula Kraneburg**, Thema: „Analyse von Beta-Defensinen im infizierten porzinen Wundheilungsmodell.“ **Humanmedizin**

**Janina Leyk**, Thema: „The role of HDAC6 in neurodegeneration.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Bojana Mirkovic**, Thema: „Decoding the attended speaker with electroencephalography: Towards real-life application.“ **Psychologie**

**Niko Moritz**, Thema: „Amplitude Modulation Analysis for Automatic Speech Recognition.“ **Physik**

**Julia Nannt**, Thema: „Age-related changes in multisensory integration mechanisms: A behavioral and event-related potential study.“ **Psychologie**

**Annika Notbohm**, Thema: „The role of Steady-State Visual Evoked Potentials in the study of brain oscillations.“

**Psychologie**

**Dirk Oetting**, Thema: „Loudness compensation for hearing-impaired listeners.“ **Physik**

**Paolo Ranzi**, Thema: „Advances in neuroimaging and pharmacology: an example using nicotine.“ **Psychologie**

**Tina Schlüter**, Thema: „Analysis of gene regulatory networks and their components in the auditory system.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Esther Schoenmaker**, Thema: „On the characterization of binaural contributions to speech intelligibility in multitaler situations.“ **Physik**

**Jens Schröder**, Thema: „Spectro-temporal Patterns for Acoustic Event Detection.“ **Physik**

**Maren Stropahl**, Thema: „The association between cross-modal reorganization and audio-visual processing in cochlear implant users.“ **Psychologie**

**Stefan Sulmann**, Thema: „The Guanylate Cyclase-GCAP System – a multi-protein complex in phototransduction.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Stephan Töpken**, Thema: „Sound Characteristics of Multi-Tone Sounds – Measurement Concepts and Model Approach.“ **Physik**

**Farina Vocke-Dörries**, Thema: „Fehlfunktion der Guanylatzyklase Aktivität im visuellen System.“

**Biologie/Umweltwissenschaften**

**Christoph Völker**, Thema: „Instrumental and Perceptual Evaluation of Hearing Devices – Methods and Applications.“ **Physik**

## Habilitationen

### Fakultät I – Bildungs- und Sozialwissenschaften

**Dr. rer. nat. Annette Lohbeck**, Vortrag: „Schulleistungsstudien im Grundschulbereich.“ Schrift: „Selbstkonzepte von Grundschulkindern.“ **Pädagogik**

### Fakultät III – Sprach- und Kulturwissenschaften

**Dr. phil. Mareile Oetken**, Vortrag: „Von Tüchtigen und Flüchtigen. Felicitas Hoppes literarische Bearbeitung des Iwein.“ Schrift: „Wie Bilderbücher erzählen. Analysen multimodaler Strukturen und bimedialen Erzählens im Bilderbuch.“ **Germanistik**

### Fakultät IV – Human- und Gesellschaftswissenschaften

**Priv.-Doz. Dr. Martina Roesner**, Vortrag: „Philosophie zwischen Wissenschaft und Lebensform. Zur Wirkungsgeschichte eines Leitmotivs spätantiken Philosophierens.“ Schrift: „Ich, Welt und Wissenschaft. Der ego-logische Ansatz der Ersten Philosophie bei Meister Eckhart und Edmund Husserl.“ **Philosophie**

**Priv.-Doz. Dr. Malte Thießen**, Vortrag: „Uneinige Zwillinge: Britisches ‚Town Twinning‘ als Aushandlung des Lokalen.“ Schrift: „Immunität als Ordnung des Sozialen. Eine Geschichte des Impens im 19. und 20. Jahrhundert.“ **Geschichte**

### Fakultät VI – Medizin und Gesundheitswissenschaften

**Dr. med. Helge Bruns**, Vortrag: „Der Chirurg als Forscher. Was macht akademische Chirurgie aus? Schrift: „Experimentelle und klinische Untersuchungen zur Prävention, Diagnostik und Therapie von durch Ischämie/Reperfusion und Chemotherapie verursachten Leberparenchymschäden in Lebertransplantation und Leberresektion.“ **Humanmedizin**



# Hier endet die deutschsprachige Ausgabe.

Regenerative Energie für Forschung und Lehre: Eine Photovoltaikanlage versorgt die Universität künftig mit nachhaltigem Strom. Die Kollektoren mit einer Gesamtfläche von etwa 2.000 Quadratmetern wurden auf insgesamt fünf Gebäuden des Campus Haarentor angebracht.

This is where the English version finishes.

Renewable energy for research and teaching: In future a photovoltaics system will supply the University with sustainable electricity. The solar collectors, which cover a total surface area of approximately 2,000 square metres, have been installed on five buildings at the Haarentor Campus.