

# Bl.research



**Gemeinsam die  
Welt begreifen**

**Coming to Grips  
with the World  
Together**

Foto: Patrick Pollmeier

Klimawandel und Artensterben  
Climate Change and Species Extinction

Analyse von Fluktuationen  
Analysis of Fluctuations

Behandlung chronischer Krankheiten  
Treatment of Chronic Diseases



# Der Gutschein für dein Bielefeld.

Auch als Arbeitnehmer-Gutschein erhältlich.

Bielefeld-Gutschein

## Mach's mit mir! In Bielefeld.

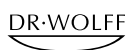


- Shopping
- Genuss
- Freizeit und Sport

 [bielefeld-gutschein.de](http://bielefeld-gutschein.de)

**Starke Marke, starke Unterstützer.** Vielen Dank den Bielefeld-Partnern!

★★★★★  
Partner



★★★★★  
Partner



Eine Kooperation von:



Stadt Bielefeld  
WEGE – Wirtschaftsförderung für Bielefeld  
Bielefeld Marketing

Initiator:



Bielefeld  
Marketing



Foto: Michael Adamski

# Liebe Leser\*innen, Dear readers,

wir leben in aufregenden Zeiten: Die rasante Entwicklung von Technologie und Künstlicher Intelligenz (KI) schafft ständig neue Interaktionen zwischen Mensch und Maschine.

Eine interdisziplinäre Forschungsinitiative der Universitäten Bielefeld, Bremen und Paderborn nimmt diese faszinierende Beziehung in den Blick: Wie „begreifen“ Roboter und KI die Welt um uns herum und welche Rolle spielen wir, die Menschen, dabei? Welche Kompetenzen braucht KI, um auf unterschiedliche Situationen in der realen Welt zu reagieren?

Das Dossier gibt Antworten auf diese Fragen und stellt den Ansatz der Forschungsk Kooperation vor. Es geht um einen neuen Weg in der Interaktion zwischen Mensch und Roboter – mittels Ko-Konstruktionen, also dem Lernen durch Zusammenarbeit. Die Expertisen der drei Universitätsstandorte werden im neuen Zentrum CoAI „Cooperative and Cognition-enabled Artificial Intelligence“ (Kooperative und kognitions-gestützte Künstliche Intelligenz) gebündelt.

Außerdem beleuchtet diese Ausgabe den Zusammenhang zwischen Klimawandel und Artensterben. Gemeinsam mit ihrer Arbeitsgruppe erforscht Professorin Dr. Caroline Müller, welche Effekte der Klimawandel auf Pflanzen und Insekten hat (Seite 32).

Professor Dr. Benjamin Gess berechnet, was kleinste Zufälle anrichten können. Wir stellen den Stochastiker und Spezialisten für die Analyse von Fluktuationen vor (Seite 42). Der Europäische Forschungsrat (ERC) fördert seine Forschung mit zwei Millionen Euro.

Die Behandlung chronischer Krankheiten ist komplex. Das richtige Maß an Therapie für chronisch Erkrankte zu finden, wird in einer älter werdenden Gesellschaft immer wichtiger. Professorin Dr. med. Christiane Muth von der Medizinischen Fakultät OWL will angehende Ärzt\*innen früh für das Thema sensibilisieren und arbeitet an medizinischen Leitlinien für die hausärztliche Versorgung (Seite 48).

Viel Vergnügen bei der Lektüre wünscht,

A handwritten signature in black ink that reads "Gerhard Sagerer".

Professor Dr.-Ing. Gerhard Sagerer,  
Rektor der Universität Bielefeld

We are living in exciting times: the rapid advances in technology and artificial intelligence (AI) are constantly creating new interactions between humans and machines.

An interdisciplinary research initiative by Bielefeld University, the University of Bremen, and Paderborn University is taking a closer look at this fascinating relationship: how do robots and AI 'grasp' the world around us and what role do we humans play in this process? What competencies does AI require in order to react to different situations in the real world?

The dossier delivers answers to these questions and presents the research cooperation's approach. This concerns taking a new path in the interaction between humans and robots that follows the principle of co-construction—that is, learning through cooperating. The three universities are now bundling their expertise by setting up a new centre: CoAI 'Cooperative and Cognition-enabled Artificial Intelligence'.

This issue also sheds light on the connection between climate change and the extinction of species. Together with her research group, Professor Dr Caroline Müller is investigating the effects of climate change on plants and insects (page 32).

Professor Dr Benjamin Gess is calculating what the smallest coincidences can lead to. We present the stochastician and specialist in the analysis of fluctuations (page 42). He is receiving two million euros of research funding from the European Research Council (ERC).

Treating chronic diseases is a complex issue. In an ageing society, it is becoming increasingly important to find the right level of therapy for chronically ill patients. Professor Christiane Muth, MD, from the Medical School OWL wants to make future doctors aware of this topic at an early stage in their training, and she is working on medical guidelines for general practitioners on how to care for the chronically ill (page 48).

I hope you will enjoy reading this issue,

A handwritten signature in black ink that reads "Gerhard Sagerer".

Professor Dr.-Ing. Gerhard Sagerer,  
Rector of Bielefeld University

## Am Anfang At the Beginning



06

Vier Meldungen aus der Forschung der Universität Bielefeld, darunter: Wissensnetzwerk Rechts-extremismusforschung gestartet.

Four news items on re-search at Bielefeld University including one about the new Knowledge Network on Research into Right-Wing Extremism.

## Dossier: Gemeinsam die Welt begreifen Dossier: Coming to Grips with the World Together



08

Eine neue Forschungsinitiative will Roboter durch Interaktion mit Nutzenden in die Lage versetzen, auf natürliche Weise manuelle Fähigkeiten zu erlangen.

A new research initiative has set out to enable robots to acquire manual skills naturally through interaction with users.



14

Philipp Cimiano analysiert, welches Dialogsystem eine KI benötigt, um ihre Antworten einem Menschen erklären zu können.

Philipp Cimiano is exploring the foundations of dialogue systems for AI that need to explain their answers to humans.



18

Britta Wrede erforscht, inwiefern Menschen den Angaben eines Roboters besser folgen können, wenn er Sprechpausen macht oder Fülllaute erzeugt.

Britta Wrede examines how much easier people find following a robot's statements when it makes pauses in speech or produces filler sounds.

## Dossier Dossier



22

Barbara Hammer untersucht, wie KI-Systeme über ihren gesamten Lebenszyklus sicher und robust arbeiten.

Barbara Hammer is investigating how to make AI systems work safely and sustainably over their entire life cycle.

## Forschungswelten Research Worlds



29

In vier Welten bewegt sich die Forschung der Universität Bielefeld. Was gibt es dort Neues?

Bielefeld University engages in four research worlds. What's new in each one?

## Die Zukunftsfrage The Issue of the Future

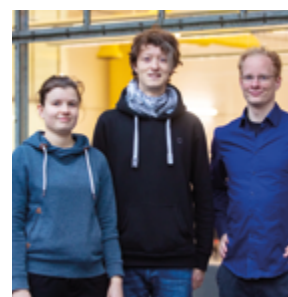


32

Biologin Caroline Müller erforscht: Wie beschleunigt der Klimawandel das Artensterben?

Biologist Caroline Müller is exploring how climate change is accelerating species extinction.

## Bielefelder Ideen Bielefeld Ideas



36

Bielefelder Doktorand\*innen arbeiten daran, plötzlich ansteigende Energieverbräuche mittels KI vorher-sagbar zu machen.

Doctoral students from Bielefeld are working on using AI to make sudden increases in energy consumption predictable.



### 3 Fragen an 3 Questions to



38

Wirtschaftsmathematiker Max Nendel untersucht komplexe Unsicherheiten im Finanz- und Versicherungswesen, um Aussagen über die Risiken zu treffen.

Financial mathematics expert Max Nendel is studying complex uncertainties in finance and insurance in order to predict risks.

### Was kann das? What's It All About?



40

Wissenschaftsphilosophin Alkistis Elliott-Graves erklärt unpräzise Vorhersagen.

Philosopher of science Alkistis Elliott-Graves explains imprecise predictions.

### Köpfe People



42

Benjamin Gess befasst sich mit mathematischen Strukturen, die die Wechselwirkung von zufälligen Ereignissen und komplexem Verhalten fassen.

Benjamin Gess focuses on mathematical structures that capture the interaction of random events and complex behaviour.



46

Vier Personalien, darunter: Historikerin Susan G. Pedersen wurde mit dem Bielefelder Wissenschaftspreis ausgezeichnet.

Four individuals, including historian Susan G. Pedersen, who has received the Bielefeld Science Award.

### The Big Picture The Big Picture



48

Wie können sich Ärzt\*innen besser auf die Herausforderungen chronischer Krankheiten vorbereiten?

How can doctors better prepare themselves for the challenges of chronic illnesses?

### Wissenschaft und Gesellschaft Science and Society



54

Franz Kummert trägt am RailCampus OWL dazu bei, den Bahnverkehr effizienter und zuverlässiger zu machen.

At the RailCampus OWL, Franz Kummert is helping to make rail transport more efficient and reliable.

### Rückspiegel Rearview



57

Vor 50 Jahren wurde die Fakultät für Geschichtswissenschaft gegründet.

50 years ago, the Faculty of History was founded.

### Eins noch And One More Thing



58

Politikwissenschaftler Thomas Müller über Zeitenwende.

Political scientist Thomas Müller on watershed moments.

## Kooperation mit Herz- und Diabeteszentrum NRW geschlossen

### Cooperation with Heart and Diabetes Centre NRW

Das Herz- und Diabeteszentrum NRW (HDZ NRW) ist Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum und wird nun auch dauerhaft mit der Universität Bielefeld verbunden sein. Gegenstand der Kooperation ist die ständige universitätsübergreifende Kooperation in der kardiovaskulären (das Herz- und Gefäßsystem betreffenden) und diabetologischen Forschung und Lehre. In diesem Rahmen werden die acht am HDZ NRW beschäftigten Professor\*innen der Ruhr-Universität als Mitglieder der Medizinischen Fakultät OWL tätig. ■

[bit.ly/3LbQYh7](https://bit.ly/3LbQYh7)

The Heart and Diabetes Centre North Rhine-Westphalia (HDZ NRW), a university hospital of Ruhr University Bochum, will now also be permanently affiliated with Bielefeld University. The cooperation puts inter-university collaboration in cardiovascular and diabetological research and teaching on a more permanent basis. All eight professors of the Ruhr University based at HDZ NRW will then be members of the Medical School OWL. ■



Foto: Mike-Dennis Müller

Rektor Gerhard Sagerer (Universität Bielefeld), Geschäftsführerin Karin Overlack (HDZ NRW) und Rektor Martin Paul (Ruhr-Universität Bochum) unterzeichneten die Kooperationsvereinbarung (vorne v.l.).

Rector Gerhard Sagerer (Bielefeld University), Managing Director Karin Overlack (HDZ NRW) and Rector Martin Paul (Ruhr University Bochum) signed the cooperation agreement (front, from left).

## Weltweit größte Konferenz für Verhaltensforschung

### World's largest conference for behavioural research

An der Universität Bielefeld werden in diesem Sommer internationale Wissenschaftler\*innen und Studierende auf der weltweit größten Konferenz für Verhaltensforschung, der Behaviour 2023, zusammenkommen. Rund 1.000 Gäste werden vom 14. bis 20. August an der Universität erwartet. Die Teilnehmenden erwartet neben renommierten Plenarredner\*innen ein breit gefächertes Programm mit Symposien zu unterschiedlichen Schwerpunkten der Verhaltensforschung. Der Behaviour-Kongress ist die alle zwei Jahre stattfindende Hauptkonferenz des International Councils of Ethologists (ICE). ■

[bit.ly/3LbQYh7](https://bit.ly/3LbQYh7)

This summer, international scientists and students will come together at Bielefeld University for the world's largest conference on behavioural research: Behaviour 2023. The university is expecting around 1,000 guests from 14 to 20 August. In addition to renowned plenary speakers, participants can expect a wide-ranging programme with symposia on various research topics. The Behaviour congress is the biennial main conference of the International Council of Ethologists (ICE). ■



Foto: Michael Adamski

Barbara Caspers und Oliver Krüger sind verantwortlich für die Organisation der Behaviour 2023.

Barbara Caspers and Oliver Krüger are responsible for organizing Behaviour 2023.

## Gestartet: Wissensnetzwerk Rechtsextremismusforschung

### Launched: Knowledge Network Right-wing Extremism Research

Welche Ursachen und Strukturen stecken hinter dem Phänomen Rechtsextremismus? Welche Ansätze zur Prävention und Intervention haben sich bewährt? Das neue Wissensnetzwerk Rechtsextremismusforschung (Wi-REX) bündelt künftig Antworten auf diese Fragen und macht sie öffentlich zugänglich. Der Verbund führt vorhandenes Wissen und neue Erkenntnisse interdisziplinär und im Austausch von Wissenschaft und Praxis zusammen. Für das Netzwerk arbeiten vier Institute zusammen. Geleitet wird es vom Institut für interdisziplinäre Konflikt- und Gewaltforschung (IKG) der Universität Bielefeld. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert den Verbund für fünf Jahre mit 1,9 Millionen Euro. ■

[bit.ly/3MQnkPO](https://bit.ly/3MQnkPO)

What are the underlying causes and structures of the right-wing extremism phenomenon? Which approaches to prevention and intervention have proved successful? In future, the new Knowledge Network on Research into Right-wing Extremism (Wi-REX) will gather answers to these questions and make them publicly accessible. The network combines existing knowledge and new findings across disciplines and through an exchange between academia and actors in society at large. Four institutes are working together for the network. It is run by Bielefeld University's Institute for Interdisciplinary Research on Conflict and Violence (IKG). The Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is funding the network for five years with around 1.9 million euros. ■



Foto: Michael Adamski

Andreas Zick vom Institut für interdisziplinäre Konflikt- und Gewaltforschung der Universität Bielefeld leitet das Wissensnetzwerk Rechtsextremismusforschung.

Andreas Zick from Bielefeld University's Institute for Interdisciplinary Research on Conflict and Violence (IKG) is head of the Knowledge Network Right-wing Extremism Research.

## Neue Rektorin gewählt New rector elected

Professorin Dr. Angelika Eppele wird am 1. Oktober 2023 neue Rektorin der Universität Bielefeld. Die Hochschulwahlversammlung hat die Geschichtsprofessorin und aktuelle Prorektorin für Forschung und Internationales am 8. Februar für sechs Jahre gewählt. Eppele tritt die Nachfolge von Professor Dr.-Ing. Gerhard Sagerer an, der die Universität Bielefeld seit 2009 führte. Sagerer tritt in den Ruhestand und stand für eine vierte Amtszeit nicht zur Verfügung. Eppele wird in der 54-jährigen Geschichte der Universität Bielefeld die erste Frau an der Spitze des Rektorats. ■

[bit.ly/43MURRa](https://bit.ly/43MURRa)

Professor Dr Angelika Eppele will become Bielefeld University's new rector on 1 October 2023. The University Electoral Committee elected the history professor and current vice-rector for Research and International Affairs for a six-year term on 8 February. Eppele succeeds Professor Dr.-Ing. Gerhard Sagerer, who has headed Bielefeld University since 2009. Sagerer is retiring and was not available for a fourth term. Eppele will become the first woman to head the rectorate in Bielefeld University's 54-year history. ■



Foto: Michael Adamski

Die Hochschulwahlversammlung hat Angelika Eppele zur neuen Rektorin der Universität Bielefeld gewählt.

The University Electoral Committee has elected Angelika Eppele as the new Rector of Bielefeld University.



# Wie Roboter unsere Welt verstehen lernen



Foto: Patrick Pollmeier

Rührei oder Müsli? Am Morgen hat jede\*r ihre\*seine Vorlieben. Für das Forscher\*innen-Team ist genau diese Flexibilität der Handlungen die Voraussetzung für das Forschungsvorhaben.

Scrambled eggs or muesli? Everyone has their own preferences in the morning. For the research team, it is precisely this flexibility of actions that is the prerequisite for the research project.

## How robots learn to understand our world



# Eine neue Forschungsinitiative will Roboter durch Interaktion mit Nutzer\*innen in die Lage versetzen, auf natürliche Weise manuelle Fähigkeiten zu erlangen.

## A new research initiative has set out to enable robots to acquire manual skills naturally through interaction with users.

Text: Ludmilla Ostermann

Nach dem Frühstück wird abgeräumt: Die leere Milchpackung gehört in den Müll, die dreckigen Teller in die Spülmaschine. Für Menschen sind diese Handgriffe selbstverständlich. Was, wenn wir Robotern diese manuellen Fähigkeiten auch beibringen könnten, etwa so, wie Eltern ihren Kindern etwas beibringen? Ein Zusammenschluss von Wissenschaftler\*innen der Universitäten Bielefeld, Paderborn und Bremen will die Interaktion zwischen Menschen und Maschinen radikal neu denken und Robotern auf natürliche Weise Wissen und manuelle Fähigkeiten vermitteln.

Bisher werden Maschinen vor allem darauf programmiert, in Fabriken und Fertigungshallen nur eine einzige Aufgabe auszuführen. Zwar gibt es auch Roboter, die komplexere Dinge erledigen, mit extrem vielen Daten gefüttert und in Laboren komplett vorprogrammiert werden, doch auch hier sind die Aufgabengebiete im Voraus klar definiert. Das Ziel der Wissenschaftler\*innen geht darüber hinaus: Sie wollen einen neuen Weg in der Interaktion zwischen Mensch und Roboter beschreiten, der Roboter dazu befähigt, sich im Zusammenspiel mit menschlichen Nutzer\*innen völlig neue Aufgaben zu erschließen.

### **Leistungsstärker als das Gehirn: künstliche neuronale Netze**

Diese Flexibilität ist eine Eigenschaft von Computerprogrammen, die auf Künstlicher Intelligenz (KI) basieren. Solche Programme erfüllen heute bereits komplexe Aufgaben, die mitunter die Kapazitäten des menschlichen Gehirns übertreffen. Ein Beispiel ist die Technologie des Deep Learning, die datenbasierte Vorhersagen mit künstlichen neuronalen Netzen ermöglicht. Dadurch kann die KI Lösungen für Probleme generieren, auf die menschliche Expert\*innen nicht gekommen wären.

Eine Hürde bei dem Einsatz dieser Technologie ist allerdings, dass eine KI keine für den Menschen nachvollziehbare Begründung liefert, warum eine bestimmte Vorhersage getroffen worden ist. Das macht Dialoge schwierig, da die KI auf Nachfragen oft keine sinnvollen Antworten liefern kann. Für die Übertragung von KI-Technologie auf die Robotik ist dies ein besonderes

After breakfast, the dishes are cleared away: the empty milk carton is thrown out, the dirty plates are put in the dishwasher. This routine is second nature to humans. What if we could also teach robots these manual skills, just like parents teach their children? A group of researchers from the universities of Bielefeld, Paderborn, and Bremen want to radically transform the interaction between humans and machines and teach robots knowledge and manual skills in a natural way.

Until now, machines have been programmed mainly to perform a single task in factories and production facilities. Admittedly, there are also robots that do more complex things. They are fed with an extremely large amount of data and are completely pre-programmed in laboratories; but here, too, the scope of the tasks is defined clearly in advance. The researchers' goal goes beyond this. They want to break new ground in the interaction between humans and robots, making it possible for robots to accomplish completely new tasks in interaction with human users.

### **Artificial neural networks—more powerful than the human brain**

This flexibility is a typical feature of computer programs based on artificial intelligence (AI). Today, such programs already perform complex tasks that sometimes exceed the capacities of the human brain. Deep learning technology, which enables data-based predictions with artificial neural networks, is an example of this. It allows AI to generate problem solutions that would not have occurred to human experts.

One drawback to using this technology, however, is that an AI does not provide a rationale that is comprehensible to humans as to why a particular prediction has been made. This makes dialogue difficult, because the AI is often unable to provide meaningful answers to queries. It also poses a significant problem when it comes to transferring AI technology to robotics. So how can an AI-assisted robot learn to adapt to the very



„Ko-Konstruktion muss zum Leitbild in der Robotik werden“, sagt der Informatiker Philipp Cimiano.

‘Co-construction must become the guiding principle in robotics,’ says computer scientist Philipp Cimiano.

Problem. Wie kann ein KI-gestützter Roboter also lernen, sich auf die ganz persönlichen Anforderungen von Nutzer\*innen einzustellen? Die Antwort der Wissenschaftler\*innen lautet: wie ein Mensch – mittels Ko-Konstruktion, also dem Lernen durch Zusammenarbeit.

#### **Durch Kooperationen hervorragend aufgestellt**

„Die Mensch-Roboter-Forschung ist zukunftsweisend – doch in der Wissenschaft wird Ko-Konstruktion als Leitbild in der Robotik zu wenig adressiert“, sagt Professor Dr. Philipp Cimiano, Sprecher des Forschungsinstituts für Kognitive Interaktionstechnologie (CITEC) der Universität Bielefeld. Er entwickelt den neuen Forschungsansatz gemeinsam mit der Informatikerin Professorin Dr.-Ing. Britta Wrede von der Universität Bielefeld, der Psycholinguistin Professorin Dr. Katharina Rohlfing und dem Informatiker Professor Dr. Axel-Cyrille Ngonga Ngomo von der Universität Paderborn sowie den Informatiker\*innen Professor Dr. Michael Beetz und Professorin Dr. Tanja Schultz von der Universität Bremen. Die Initiative entwickelt die laufenden interdisziplinären Kooperationen der drei Universitäten weiter und bündelt sie im neuen Zentrum CoAI. CoAI steht für „Cooperative and Cognition-enabled Artificial Intelligence“ (Kooperative und kognitionsgestützte Künstliche Intelligenz).

Im Sonderforschungsbereich/Transregio „Erklärbarkeit konstruieren“ (SFB/TRR 318) gehen Bielefelder und Paderborner Wissenschaftler\*innen bereits den kooperativen Praktiken des Erklärens auf den Grund – und wie diese im Design von KI-Systemen berücksichtigt werden können. Gleichzeitig setzen Wissenschaftler\*innen der Universität Bremen im Sonderforschungsbereich EASE „Wissenschaft der Alltagsaktivitäten“ (SFB 1320) Studien dazu um, welche Fähigkeiten erforderlich sind, damit Roboter ihr Umfeld und ihr eigenes Handeln verstehen können – und darauf aufbauend die passenden Entscheidungen treffen. Forschende der Universität Bielefeld sind an einem Teilprojekt

personal requirements of users? The researchers’ answer is: like a human being, by means of co-construction—that is, learning by working together.

#### **Collaborations provide excellent setups**

‘Human-robot research is pioneering, but in academia, co-construction is not given enough consideration as a guiding principle in robotics,’ says Professor Dr Philipp Cimiano, spokesperson for Bielefeld University’s Center for Cognitive Interaction Technology (CITEC). He is developing the new research approach together with computer scientist Professor Dr.-Ing. Britta Wrede from Bielefeld University, psycholinguist Professor Dr Katharina Rohlfing, and computer scientist Professor Dr Axel-Cyrille Ngonga Ngomo from Paderborn University as well as computer scientists Professor Dr Michael Beetz and Professor Dr Tanja Schultz from the University of Bremen. The initiative is expanding the current interdisciplinary collaborations of the three universities and consolidating them in the CoAI centre. CoAI stands for Cooperative and Cognition-enabled Artificial Intelligence.

In the Collaborative Research Centre/Transregio ‘Constructing Explainability’ (SFB/TRR 318), researchers from Bielefeld and Paderborn are already investigating the cooperative practices of explaining and how these can be taken into account when designing AI systems. At the same time, researchers at the University of Bremen are conducting studies in the Collaborative Research Centre ‘Everyday Activity in Science and Engineering’ (EASE, SFB 1320) on the skills required for robots to understand their environment and their own actions, and to make appropriate decisions based on this understanding. Researchers from Bielefeld University are involved in a subproject of EASE.

von EASE beteiligt.

### Wenn das Frühstück zur Wissenschaft wird

Die Interdisziplinarität sei zentral, sagt Britta Wrede, Co-Leiterin des Projekts Ö (Öffentlichkeitsarbeit) im SFB/TRR 318 und erklärt, wie die Forschungsschwerpunkte sich ergänzen: „Das Team in Bremen verfügt über Roboter, die hochkomplexe Architekturen aufweisen. Diese interagieren zwar mit den Wissenschaftler\*innen vor Ort, aber aktuell nicht mit normalen Nutzer\*innen. Bielefelder Roboter wie etwa Pepper interagieren mit Menschen, können aber bislang keine ausgefeilten Handlungen durchführen. In Paderborn wiederum sitzen die Expert\*innen für das Prinzip der Ko-Konstruktion, die ihr Wissen um menschliche Interaktion nun auch auf Roboter anwenden werden.“

Im Team der drei Universitäten kooperieren Forschende aus Informatik, Robotik, Linguistik, Psycholinguistik, Psychologie, Philosophie und Kognitionswissenschaften. Mit einem morgendlichen Küchenszenario bietet sich dem Team im Labor ein besonderes Forschungsfeld: „Für jede Alltagshandlung gibt es Variationen“, sagt Philipp Cimiano. „Denn jede\*r von uns deckt den Tisch anders oder hat andere Vorlieben. Uns interessieren genau diese Handlungen, die Flexibilität mit sich bringen“, sagt Cimiano. Diese Interaktion zwischen Mensch und Maschine ist ein Beispiel dafür, wo KI sinnvoll eingesetzt werden kann – vor allem, wenn diese auch die Methode der Ko-Konstruktion beherrscht. Im CoAI-Zentrum gehe es nun darum, einen gemeinsamen, konvergenten Forschungsansatz zu entwickeln, der es ermöglicht, Ko-Konstruktion über Disziplingrenzen hinweg zu nutzen.

### Ko-Konstruktion: zusammen etwas erschaffen



Foto: Michael Adamski

„Das große Ziel ist es, dass Roboter ausgefeilte Handlungen auch im Zusammenspiel mit Laien umsetzen“, sagt die Informatikerin Britta Wrede.

‘The ultimate goal is to enable robots to carry out sophisticated operations in interaction with laypeople,’ says computer scientist Britta Wrede.

### When breakfast becomes science

Interdisciplinarity is key, says Britta Wrede, co-leader of project Ö (public relations) in SFB/TRR 318. She explains how the research focuses complement one another: ‘The team in Bremen have robots that have highly complex architectures. They interact with the researchers on site, but not yet with normal users. Bielefeld robots such as Pepper interact with humans, but so far, they cannot perform any sophisticated operations. Paderborn, on the other hand, is home to experts on the principle of co-construction, who will now apply their knowledge of human interaction to robots as well.’

Researchers from computer science, robotics, linguistics, psycholinguistics, psychology, philosophy, and cognitive sciences collaborate in the three-university team. A morning kitchen scenario presents the team in the lab with a special field of research: ‘There are variations for each everyday action because we all set the table differently or have our own personal preferences,’ says Philipp Cimiano. ‘We are interested in precisely these actions that involve flexibility,’ says Cimiano. This interaction between human and machine is an example of where AI can be deployed usefully—especially if it also masters the method of co-construction. The aim of the CoAI Centre is now to develop a common convergent research approach that makes it possible to use co-construction across disciplinary boundaries.



Foto: Universität Bremen

„Roboter können Menschen nur dann sinnvoll unterstützen, wenn sie erfassen, was ihr Gegenüber will und wozu es selbst in der Lage ist“, sagt Michael Beetz, Informatiker an der Universität Bremen und Sprecher des SFB 1320 (EASE).

‘Robots can only support humans in a meaningful way if they understand what their opposite number wants and what they are capable of themselves,’ says Michael Beetz, computer scientist at the University of Bremen and spokesperson for the SFB 1320 (EASE).



Foto: Patrick Pollmeier

Der humanoide Roboter Pepper interagiert bereits mit Menschen. Seine Fähigkeiten sind jedoch begrenzt. Neue Architekturen sollen Maschinen ein Verständnis für das menschliche Gegenüber ermöglichen.

The humanoid robot Pepper already interacts with humans. However, its abilities are limited. New architectures should enable machines to have an understanding of their human counterparts.

Damit der Roboter eines Tages in der Lage ist, das Frühstücksei nach Wunsch zubereiten zu können, analysieren die Forscher\*innen, wie das Erlernen von Fähigkeiten beim Menschen genau funktioniert. Ko-Konstruktion als pädagogischer Ansatz bedeutet Lernen durch Zusammenarbeit. Für die Psycholinguistin Rohlfsing ist diese Interaktion nicht ein bestimmter Moment, sondern baut sich auf: „Signale werden laufend hin und her gesendet und haben ein ständiges Anpassen an das Gegenüber zur Folge. Durch diese Adaptation entsteht zwischen zwei Menschen etwas Neues, das zuvor nicht da war.“ So wird verstanden und gelernt.

Die Ko-Konstruktion kennen wir aus der menschlichen Entwicklung. Bringen Erwachsene Kindern etwas bei, bedienen sie sich der Methode des Scaffolding (Gerüstbaus): „Ich als Erwachsene übernehme die Rolle des Kindes an manchen Stellen, damit das Kind seinen Teil an anderen Stellen erfüllen kann und so lernt. Nach und nach wird dieses Gerüst an Hilfestellungen abgebaut“, erklärt Rohlfsing. Die Wissenschaftler\*innen untersuchen konkret, wie Menschen anderen Menschen in einem Küchenszenario etwas beibringen: Wie funktioniert Gießen, Rühren, Schneiden? „Das geschieht durch Zeigen, Demonstrieren und Präsentieren. Damit KI-gestützte Roboter dieses Prinzip nutzen und manuelle Fähigkeiten erlernen können, müssen sie sensitiv für solche Hilfsstrategien gemacht werden.“

### Co-construction: creating something together

In order for a robot to one day be able to prepare a breakfast egg in the desired way, the researchers are analysing how exactly humans learn skills. As an educational approach, co-construction means learning through collaboration. For psycholinguist Rohlfsing, this interaction is not a specific instance, but a process: ‘Signals are constantly sent back and forth and involve continuous adaptation to the other person. This adaptation creates something new between two people that was not there before.’ This is how people understand and learn.

We are familiar with co-construction from human development. When adults teach children something, they use the method of scaffolding: ‘Adults take over the role of the child in some places so that the child can complete their part in other places and learn by doing so. Gradually, this framework of assistance is phased out,’ explains Rohlfsing. The researchers are specifically looking at how people teach other people in a kitchen scenario: how does this work with pouring, stirring, and cutting? ‘It is done by showing, demonstrating, and presenting. For AI-assisted robots to use this principle and learn manual skills, they need to be made sensitive to such assistance strategies.’





„Das Konzept der Ko-Konstruktion bedeutet, dass Kommunikation dynamisch und ein ständiges Anpassen an das Gegenüber nötig ist“, sagt die Psycholinguistin Katharina Rohlfing.

‘The concept of co-construction means that communication is dynamic and requires continuous adaptation to the opposite number,’ says psycholinguist Katharina Rohlfing.

### Neue Repräsentationen in der Roboter-Architektur

Auch für die Informatiker\*innen ist das Verstehen menschlicher kognitiver Fähigkeiten fundamental. „Sobald der Roboter erfassen kann, was der Mensch will und wozu er selbst in der Lage ist, kann er ihm in der direkten Interaktion helfen“, sagt Michael Beetz, Sprecher des SFB EASE. „Denn wenn wir keine Idee davon haben, können wir keine Systeme realisieren, die mit und für den Menschen agieren.“

Das Ziel sei, entsprechend neue technologische Grundlagen für Roboter- und KI-Systeme zu schaffen. „Dazu bedarf es neuer Architekturen, die all diese Dinge zusammenbringen: Dialog, Aktion, Wahrnehmung, Planung, Reasoning (Schlussfolgern), Allgemeinwissen, Partnermodellierung. Alle diese Aspekte, die notwendig sind für eine andere Qualität der Mensch-Maschine-Interaktion“, so Beetz. Mithilfe dieser neuen Repräsentation im Roboter – dem Verständnis für Menschen, aber vor allem für das Tun, ergeben sich Anwendungsszenarien, die laut den Forschenden eine Grundlage für eine flexible und sinnhafte Interaktion von Robotern und Menschen im Alltag bilden können. ■

Unsere Autorin Ludmilla Ostermann hat ab und an darüber nachgedacht, wie das Zusammenleben von Mensch und Maschine harmonisch gestaltet werden kann. Nach der Recherche zu diesem Artikel hat sie nun eine Vorstellung davon.

### New representations in robotic architecture

Understanding human cognitive abilities is also fundamental for computer scientists. ‘As soon as the robot can grasp what humans want and what they are capable of doing themselves, it can help them in direct interaction,’ says Michael Beetz, spokesperson for the CRC EASE. ‘After all, if we have no idea what is involved in such interactions, we cannot develop systems that act with and for people.’

The goal is to create new technological foundations for robotics and AI systems. ‘This requires new architectures that combine all these things: dialogue, action, perception, planning, reasoning, general knowledge, and partner modelling. All these aspects that are necessary for a new quality of human-machine interaction,’ says Beetz. With the help of this new representation in robots—an understanding of people, but above all of what they are doing—application scenarios arise that, according to the researchers, can form a basis for flexible and meaningful interaction between robots and people in everyday life. ■

Our author Ludmilla Ostermann had been wondering about the harmonious coexistence of humans and machines. After researching this article, she now has an idea.

# Wenn Künstliche Intelligenz in den Dialog geht

## What happens when artificial intelligence engages in dialogue?

**Forschende aus Informatik und Soziologie arbeiten an einem System, das Mediziner\*innen und anderen Spezialist\*innen mit individuell angepassten Informationen zur Seite steht.**

**Researchers in computer science and sociology are working on a system to provide physicians and other specialists with customized information.**

BI.research

Text: Maria Berentzen

Sollte eine Bank jemandem einen Kredit gewähren? Wo sollten Streifenpolizist\*innen sich aufhalten, um ein Verbrechen zu verhindern? Und sollte man einen Hirntumor operieren oder konservativ behandeln? Künstliche Intelligenz kann in vielen Fällen zuverlässige Antworten auf diese Fragen liefern. Allerdings bleibt dabei meist unklar, wie das System zu seinem Ergebnis gekommen ist. Forschende der Universitäten Bielefeld und Paderborn arbeiten in einem Teilprojekt des Sonderforschungsbereichs und Transregios „Erklärbarkeit konstruieren“ (SFB/TRR 318) daran, solche Ergebnisse erklärbar zu machen.

Auch wenn Künstliche Intelligenz (KI) in vielen Fällen erstaunlich zuverlässige Antworten liefert – wer sie nutzt, mag den Empfehlungen oft nicht blind vertrauen, sondern würde gern verstehen, wie eine KI zu einer Einschätzung gekommen ist. Mit einfachen Erklärungen ist es dabei aber nur selten getan: „Viele Variablen hängen auf komplexe Weise zusammen und es gibt Wechselwirkungen zwischen ihnen“, sagt Professor Dr. Axel-Cyrille Ngonga Ngomo vom Institut für Informatik der Universität Paderborn. Er forscht gemeinsam mit Professor Dr. Philipp Cimiano vom Forschungsinstitut CITEC der Universität Bielefeld und Professorin Dr. Elena Esposito von der Fakultät für Soziolo-

Text: Maria Berentzen

Should a bank grant someone a loan? Where should police officers be to prevent a crime? And is surgery or conservative treatment recommended for a brain tumour? Artificial intelligence can often provide reliable answers to such questions. However, it is not always clear how the system arrives at its result. Researchers from Bielefeld and Paderborn universities are trying to make such results explainable in a subproject of the Collaborative Research Centre and Transregio ‘Constructing Explainability’ (SFB/TRR 318).

Even if artificial intelligence (AI) frequently provides surprisingly reliable answers, its users tend not to trust its recommendations blindly. They want to understand how an AI reached its conclusion. However, simple explanations are rare: ‘Explaining often involves elucidating complex relationships and interactions between many variables,’ says Professor Dr Axel-Cyrille Ngonga Ngomo from the Department of Computer Science at Paderborn University. Together with Professor Dr Philipp Cimiano from Bielefeld University’s CITEC research institute and Professor Dr Elena Esposito from Bielefeld University’s Faculty of Sociology, he is exploring the foundations of dialogue systems for AI that need to explain their answers to humans.

Foto: Mike-Dennis Müller



Axel-Cyrille Ngonga Ngomo forscht zu den Schnittstellen zwischen Mensch, Maschine und Daten.

Axel-Cyrille Ngonga Ngomo explores the interfaces between humans, machines, and data.

gie der Universität Bielefeld zu der Frage, welches Dialogsystem eine KI benötigt, um ihre Antworten einem Menschen erklären zu können.

#### **KI-generierte Erklärungen setzen Spezialwissen voraus**

Die Herausforderung dabei ist unter anderem: Warum eine Person zum Beispiel als nicht kreditwürdig eingestuft wird, muss nicht an der Summe der einzelnen Variablen liegen, sondern kann sich auch aus ihrem Zusammenspiel ergeben. Wie kann eine Maschine auf sinnvolle Weise erklären, wie sie in einem solchen Fall zu ihrem Ergebnis gekommen ist? Solche Erklärungen setzen oft viel Wissen darüber voraus, wie eine KI funktioniert – und oftmals wären sie selbst für KI-Expert\*innen viel zu komplex, sofern der gesamte Prozess nachvollzogen werden müsste.

Wie also kann Verstehen besser konstruiert werden? „Eine Möglichkeit ist es, statt tiefgehenden Erklärungen mit einem kontrafaktualen Ansatz zu arbeiten“, sagt Ngonga. Damit wird etwas über sein Gegenteil erklärt: Ein Chatbot würde in diesem Fall verdeutlichen, dass er eine andere Entscheidung getroffen hätte, wenn wenige, entscheidende Details anders gewesen wären. Im Falle des Kredits wäre dieser beispielsweise gewährt worden, wenn die Person, die das Geld benötigt, nicht aktuell schon ein Auto abbezahlen würde.

#### **Neues System soll frühere Kommunikation mit den Fragenden berücksichtigen**

Das liefert Nutzenden zwar keinen Einblick in den kompletten Entscheidungsprozess, aber sie können die Empfehlung der KI nachvollziehen, ohne dass sie deren Funktionsweise vollends begreifen müssten. „Wir verfolgen dazu Ansätze aus der Ko-Konstruktion, bei denen es mit einer Maschine als Partner darum geht, nicht nur Erklärungen auszutauschen, sondern auch

Foto: Michael Adamski



Philipp Cimiano untersucht, wie KI-Systeme unstrukturierte Datenmengen verarbeiten und ihre Ergebnisse verständlich machen können.

Philipp Cimiano investigates how AI systems can process unstructured data sets and make their results understandable.

#### **AI-generated explanations require specialist knowledge**

One of the challenges here, for example, is that the reason why a person is classified as uncreditworthy does not have to be based on the sum of the individual variables, but can also result from their interaction. How can a machine provide a meaningful explanation of how it arrived at its result in such a case? Such explanations often require a lot of knowledge about how an AI works—and very often they would be far too complex even for AI experts if it were necessary to understand the entire process.

So how can we better construct understanding? ‘One way is to work with a counterfactual approach instead of in-depth explanations,’ says Ngonga. That means explaining something about the opposite of an outcome. In this case, a chatbot would make it clear that it would have made a different decision if a few crucial details had been different. For example, in the case of the loan, it would have been granted if the person needing the money was not currently already paying off a car.

#### **New system to take into account earlier communication with questioners**

Although this will not provide users with insight into the complete decision-making process, it will enable them to understand the AI’s recommendation without having to fully grasp how it works. ‘We are employing approaches from co-construction for this in which the aim is not only to exchange explanations with a machine as partner, but also for the machine to give proper answers as to how these explanations came about,’ says Elena Esposito.

‘Such explainable AI would be useful in many fields—not only for banks but also, for example, for insurance companies, the police, medical personnel, and a host of other areas in society,’



Foto: merdolla/stock.adobe.com

Systeme mit Künstlicher Intelligenz können viele Aufgaben lösen. Sie können zum Beispiel Hirnscans analysieren und daraus etwa Empfehlungen ableiten, wie ein Tumor am besten behandelt werden kann.

Systems with artificial intelligence can solve numerous tasks. For example, they can analyse brain scans and use that information to make recommendations on how best to treat a tumour.

sinnvoll zu beantworten, wie es zu diesen Erklärungen gekommen ist“, erläutert Elena Esposito.

„Eine solche erklärbare KI wäre für viele Bereiche interessant – nicht nur für die Banken, sondern beispielsweise auch für Versicherungen, die Polizei, medizinisches Personal und viele weitere Bereiche“, sagt Esposito. Die Forschenden betreiben im Projekt Grundlagenforschung dazu, wie sich solche Erklärungen in eine neutrale Sprache übersetzen lassen. Dafür sichten sie auch bereits vorhandene Systeme, wollen grundsätzlich aber ein völlig neues System entwickeln. Wichtig ist es, dass dieses sich an die Nutzenden und ihre Anforderungen anpasst: Es müsste etwa in der Lage sein, anhand bestimmter Signale und Hinweise auf den Kontext zu schließen.

Die Forschenden planen, zunächst ein System zu entwickeln, das sich in der Radiologie einsetzen lässt. Die Antworten auf die inhaltlich gleiche Frage könnten sich dann beispielsweise danach unterscheiden, ob ärztliches Fachpersonal oder Pflegepersonal sie stellt. Sie könnten darüber hinaus auch davon abhängen, von wo eine Frage gestellt wird und ob es in der Vergangenheit schon Kommunikation mit dieser Person gab. So werden sinnvolle Erklärungen generiert und Wiederholungen in den Antworten vermieden. „Was für Fragende wichtig ist, kann ganz unterschiedlich sein“, sagt Philipp Cimiano.

#### Künstliche Intelligenz als Ratgeber

In Zusammenarbeit mit der Klinik für Kinderchirurgie und Kinder- und Jugendurologie des Evangelischen Krankenhauses Bethel wollen die Wissenschaftler\*innen des Forschungsprojekts ihr System anhand von Röntgenaufnahmen trainieren. „Danach analysieren wir das Versuchsprotokoll und untersuchen, welche Art von Informationen die Fragenden benötigen“, erläutert Cimiano. Ärzt\*innen könnten das System dann beispielsweise darum bitten, die Hirnregion zu markieren, die für das Er-

says Esposito. The researchers in the project are conducting pure research on how such explanations can be translated into a neutral language. Although they are also looking at existing systems, they ultimately want to develop a completely new system. What is important is for it to adapt to users and their requirements. For example, it should be able use certain signals and indications to deduce the context.

The researchers plan to start by developing a system that can be used in radiology. The answers to the same question could then differ, for example, according to whether it has been posed by medical professionals or nursing staff. Answers might also depend on the source of the question and whether there has been communication with that person in the past. This generates meaningful explanations and avoids repetition in the answers. ‘What people want to know can vary widely,’ says Philipp Cimiano.

#### Artificial intelligence as an adviser

In cooperation with the Clinic for Paediatric Surgery and Paediatric and Adolescent Urology of the Evangelisches Klinikum Bethel, the project’s researchers want to train their system using X-ray images. ‘Then we shall analyse the trial protocol and look at what kind of information users need,’ says Cimiano. Physicians would then be able to ask the system to mark the brain region that is relevant for the answer, for example. ‘They could also ask if there are any images of similar tumours that have received the same treatment. Ultimately, the focus will be on justifying a proposal for treatment and explaining it in a way that makes sense.’

In the long term, systems designed to explain decisions could not only play a role in AI applications, but also be used in robots. ‘Robots use a wide variety of models to make predictions and they classify all kinds of situations,’ says Cimiano. With ro-



Foto: Michael Adamski



Elena Esposito beschäftigt sich mit den Effekten von algorithmischen Vorhersagen und den notwendigen Voraussetzungen, um Künstliche Intelligenz erklärbar zu machen.

Elena Esposito studies the effects of algorithmic predictions and the necessary conditions to make artificial intelligence explainable.

gebnis relevant ist. „Sie könnten auch fragen, ob es Aufnahmen ähnlicher Tumoren gibt, die auf diese Weise behandelt worden sind. Letztlich wird es vor allem darum gehen, einen Vorschlag für die Behandlung zu begründen und ihn sinnvoll zu erklären.“

Auf lange Sicht könnten solche Systeme zur Erklärbarkeit von Entscheidungen nicht nur eine Rolle für KI-Anwendungen spielen, sondern auch bei Robotern zum Einsatz kommen. „Roboter nutzen verschiedenste Modelle, um Vorhersagen zu treffen und sie klassifizieren verschiedenste Arten von Situationen“, erklärt Cimiano. Für Roboter müsste ein Dialogsystem an ihre besonderen Bedingungen angepasst sein. „Im Gegensatz zu Chatbots bewegen sie sich in einer Situation im Raum“, sagt er. „Dafür müssen sie nicht nur Kontexte erfassen, sondern auch bewerten können, welche Art von Information relevant ist und wie tief sie in die Erklärungen einsteigen sollten.“ ■

Unsere Autorin Maria Berentzen kann sich viele Einsatzgebiete für Künstliche Intelligenz vorstellen. Sie glaubt aber auch, dass es wichtig ist, dass eine KI ihre Empfehlungen zumindest so weit erklären kann, dass sie nachvollziehbar und vertrauenswürdig sind.

#### Im Dialog mit dem KI-System

Die Wissenschaftler\*innen im Projekt B01 am Transregio 318 arbeiten an einem System mit Künstlicher Intelligenz (KI), das mündliche Fragen versteht und diese im sprachlichen Dialog angemessen beantworten kann. In der Medizin soll das System beispielsweise gegenüber Ärzt\*innen einen Behandlungsvorschlag begründen können sowie Fragen und Unsicherheiten von Patient\*innen in Bezug auf den Behandlungsplan klären. Die Informatiker\*innen und Soziolog\*innen beziehen in ihre Forschung die Sichtweise der Nutzer\*innen ein. Dafür beobachten sie, wie beispielsweise Klinikmitarbeitende das KI-System annehmen und welche Anforderungen sie an das System stellen. [trr318.uni-paderborn.de/projekte/b01](http://trr318.uni-paderborn.de/projekte/b01)

bots, a dialogue system would have to be adapted to their special conditions. ‘Unlike chatbots, they move around the room in a situation,’ he says. ‘In order to do this, they not only need to contextualize, but also be able to evaluate what kind of information is relevant and how deep their explanations need to go.’ ■

Our author Maria Berentzen sees many areas of application for artificial intelligence. However, she also believes that it is important for an AI to be able to explain its recommendations at least to the extent that they become comprehensible and trustworthy.

#### Conversing with an AI system

The researchers on Project B01 in TRR 318 are working on an artificial intelligence (AI) system that understands oral questions and can answer them appropriately in a spoken dialogue. For example, in the field of medicine, the system should be able to explain a proposed treatment to physicians and answer patients’ questions and uncertainties regarding their treatment plan. The computer scientists and sociologists are including users’ perspectives in their research by observing, for example, how hospital staff accept the AI system and what they require it to do. [trr318.uni-paderborn.de/projekte/b01](http://trr318.uni-paderborn.de/projekte/b01)

# Der zögernde Roboter

## The hesitant robot

**Inwiefern können Menschen den Angaben eines Roboters besser folgen, wenn er Sprechpausen macht oder Fülllaute erzeugt? Darum geht es in einer neuen Studie der Universitäten Bielefeld und Bremen.**

How much easier do people find following a robot's statements when it makes pauses in speech or produces filler sounds? This is the focus of a new study by Bielefeld and Bremen universities.

Bl.research



Foto: Universität Bremen

Den Versuchspersonen in Bremen wurde eine EEG-Kappe angelegt, um ihre Gehirnströmungen während des Versuchs zu messen.

The test subjects in Bremen were fitted with an EEG cap to measure their brain waves during the experiment.



Die Informatikerin Britta Wrede brachte in die Studie ihre Expertise aus Versuchen mit dem Roboter Pepper ein.

In the study, computer scientist Britta Wrede contributed her expertise in the form of experiments with the robot Pepper.

Text: Insa Vogt

In der Studie wurden die Gehirnwellen von Teilnehmenden mittels Elektroenzephalografie (EEG) aufgezeichnet, während sie via Bildschirm mit einem Roboter interagierten. Für die Untersuchung wurden Labore in Bielefeld und Bremen zusammengeschaltet – genutzt wurde dafür die Bremer LabLinking-Methode.

In Gesprächen ist es normal, dass eine Person ins Stocken gerät, weil sie abgelenkt ist oder nachdenkt. Wie wirkt es sich aus, wenn Roboter in Gesprächen mit Menschen dieses Verhalten imitieren? Und welchen Einfluss hat das auf das Erinnerungsvermögen beim Menschen? Das hat ein Forschungsteam der Universitäten Bielefeld und Bremen analysiert. Für die Studie kooperierten die Arbeitsgruppen von Professorin Dr. Britta Wrede von der Medizinischen Fakultät OWL der Universität Bielefeld und von Professorin Dr. Tanja Schultz vom Fachbereich Informatik und Mathematik der Universität Bremen. Wredes Arbeitsgruppe ist auf medizinische Assistenzsysteme spezialisiert. Die Gruppe von Schultz befasst sich mit kognitiven Systemen.

Die Bielefelder und Bremer Wissenschaftler\*innen erforschen seit Februar 2022 gemeinsam, ob sich die EEG-Ströme im menschlichen Gehirn bedeutsam ändern, wenn es in einer Mensch-Roboter-Interaktion zu Ablenkungen und Zögern kommt. Daraus sollen Schlussfolgerungen über das Erinnerungsvermögen und Lerneffekte bei Menschen gezogen werden.

#### Studie ahmt reale Gesprächssituation nach

„In der Regel herrschen in Laborsituationen Idealbedingungen. In diesen Fällen finden Mensch-Roboter-Interaktionen ohne Ablenkung statt“, sagt Britta Wrede. „Unser Ziel ist, ein System mit einem virtuellen Roboter zu entwickeln, das nah an der Realität ist. Gesprächspartner\*innen sind nicht immer bei der Sache. Unser Roboter soll auf solche Unachtsamkeit reagieren können“, ergänzt sie. „Für die Studie haben wir einen standortübergreifenden Mensch-Roboter-Interaktionsaufbau entwi-

Text: Insa Vogt

In the study, researchers recorded participants' brain waves using electroencephalography (EEG) while they interacted with a robot via a screen. The Bremen LabLinking method was used to connect laboratories in Bielefeld and Bremen for the study.

During conversations, it is normal for a person to falter because they are either distracted or thinking. What impact does it have when robots imitate this behaviour in conversations with humans? And what influence does this have on human memory? A research team from Bielefeld and Bremen universities has investigated this. The research groups of Professor Dr Britta Wrede from the Medical School OWL at Bielefeld University and Professor Dr Tanja Schultz from the Department of Computer Science and Mathematics at the University of Bremen worked together on the study. Wrede's research group specializes in medical assistance systems; Schultz's group focuses on cognitive systems.

Since February 2022, the Bielefeld and Bremen scientists have been jointly researching whether the EEG currents in the human brain change significantly when distractions and hesitations occur in a human-robot interaction. The researchers hope to use their findings to draw conclusions about memory and learning effects in humans.

#### Study mimics real-life conversations

‘As a rule, the conditions in laboratory situations are ideal. So, in such cases, there are no distractions in human-robot interactions,’ says Britta Wrede. ‘We aim to develop a system with a virtual robot that is close to reality. Conversation partners are not always focused on the matter at hand. Our robot needs to be able to react to such inattentiveness,’ says Wrede. ‘For the study, we developed a multi-location setup for human-robot interaction allowing us to measure brain signals from test participants while they interact with a robot,’ says Tanja Schultz. ‘This helps us to better understand the underlying cognitive processes.’



Foto: Lehmkuhler

Die Informatikerin Professorin Dr. Tanja Schultz von der Universität Bremen entwickelte die LabLinking-Methode, die essenziell für diese Studie war.

Computer scientist Professor Dr Tanja Schultz from the University of Bremen developed the LabLinking method, which was essential for this study.

ckelt, der es ermöglicht, Hirnsignale von Versuchsteilnehmenden zu messen, während sie mit einem Roboter interagieren“, sagt Tanja Schultz. „So können wir die zugrunde liegenden kognitiven Prozesse besser verstehen.“

#### **Gehirnaktivitäten sind im abgelenkten Zustand anders**

In der Studie agierten die Versuchspersonen in einer Videobesprechung mit dem Roboter und wurden Störgeräuschen ausgesetzt. „Um die Aufmerksamkeit einer abgelenkten Person wieder zurückzuholen, hörte der Roboter auf zu reden, zögerte in seiner Sprachäußerung oder unterbrach zum Beispiel mit ‚äh‘ oder anderen Fülllauten.“

Das Livevideo des Roboters Pepper aus Britta Wredes Labor an der Universität Bielefeld wurde in Tanja Schultz' Lab an der Universität Bremen übertragen. Dort folgte eine Versuchsperson den Anweisungen des Roboters, den sie auf einem Bildschirm sah. Pepper erklärte, wie die Versuchsperson bestimmte Dinge auf dem Tisch anordnen soll. Die Person wurde zum Beispiel durch Geräusche im Labor in Bremen abgelenkt, der Roboter in Bielefeld zögerte oder unterbrach seine Anweisungen. Die Versuchsperson in Bremen trug eine EEG-Kappe, um ihre Hirnströme aufzeichnen und auswerten zu können. „Unsere Annahme war, dass im EEG Unterschiede zu sehen sind, wenn der Roboter häsitiert, also in seinen Vorgaben zögert, und wenn er keine Sprechpausen macht“, so Britta Wrede. Die Annahme hat sich bestätigt. Tanja Schultz meint dazu: „Die Ergebnisse unserer Studie mit zwölf Personen zeigen, dass die EEG-Korrelate im abgelenkten Zustand anders sind als im Ausgangszustand ohne Ablenkungen.“

#### **Welche Rolle spielte die LabLinking-Methode?**

Um das Experiment umzusetzen, nutzten die Forschenden die LabLinking-Methode, die von Tanja Schultz erfunden wurde. „Die Methode ermöglicht die interdisziplinäre gemeinsame Forschung zwischen entfernten Experimentierlabors“, sagt

#### **Brain activities change when a person is distracted**

In the study, test subjects engaged in a video meeting with the robot and were exposed to disturbing noises. ‘To regain the attention of a distracted person, the robot stopped talking, hesitated in its speaking, or interrupted with, for example, ‘Uh’ or other filler sounds.’

The live video of the robot called Pepper was streamed from Britta Wrede's lab at Bielefeld University to Tanja Schultz's lab at the University of Bremen. A test subject there followed the instructions of the robot viewed on a screen. Pepper explained how the subject should arrange certain things on the table. The person was distracted by, for example, noises in the laboratory in Bremen, and the robot in Bielefeld hesitated or interrupted its instructions. The test subject in Bremen wore an EEG cap to record and evaluate their brain waves. ‘Our assumption was that differences would be visible in the EEG when the robot hesitates—that is, interrupts its directions—compared to when it does not make pauses in speaking,’ said Britta Wrede. The assumption was confirmed. Tanja Schultz says: ‘The results of our study involving twelve people show that the EEG correlates are different in the distracted state than in the baseline state without any distractions.’

#### **What role did the LabLinking method play?**

The researchers used the LabLinking method invented by Tanja Schultz to conduct the experiment. ‘This method enables interdisciplinary joint research between experimental laboratories that are located far apart from each other,’ says Schultz. ‘This study could not have been carried out without LabLinking, because we had to connect the individual expertise and equipment of the two research teams and labs involved in real time to collectively achieve the goal.’

According to Schultz, the study shows that LabLinking enables human-robot interaction studies to be conducted in laborato-



Schultz. „Ohne LabLinking hätte diese Studie nicht durchgeführt werden können, denn wir mussten die individuellen Fachkenntnisse und Geräte der beiden beteiligten Forschungsteams und Labore in Echtzeit miteinander verknüpfen, um das Ziel gemeinsam zu erreichen.“

Schultz zufolge zeigt die Studie, dass LabLinking die Durchführung von Mensch-Roboter-Interaktionsstudien in entfernten Labors ermöglicht. „Das schafft eine erste Basis für tiefer gehende Forschungen zu robotischem Scaffolding – dem neuen Ansatz, wie Roboter an ihnen unbekannte Aufgaben herangeführt werden können“, so Schultz. „Die Roboter erhalten vom Menschen eine erste Orientierung für die neue Lernsituation und eignen sich damit selbstständig die jeweilige Aufgabe an.“

Wie bei allen LabLinking-Studien werden die Ergebnisse in der offenen Plattform „openEASE“ Forschenden weltweit zur Verfügung gestellt. Eine Stärke der Plattform: „Wir können aus dieser Datenbank Informationen über die menschlichen Aktivitäten ziehen, damit Roboter in Zukunft besser menschliche Aktivitäten ausführen können und lernen zu verstehen“, sagt Schultz. In Zukunft gilt es, noch weiter zu erforschen, inwieweit das Zögern oder Unterbrechen vom Roboter bei Ablenkungen oder Störeinflüssen wie Geräuschen auch zu einem besseren Aufgabenverständnis beim Menschen führt und inwieweit dies im EEG sichtbar wird. „Wir wollen erreichen, dass der Roboter selbst merkt, ob sein Zögern für den Lernerfolg des Menschen hilfreich ist oder nicht und sein Verhalten entsprechend anpassen kann“, sagt Britta Wrede. Diese Kenntnisse könnten zum Beispiel für Pflegesituationen genutzt werden. „Der Roboter merkt dann in der Interaktion mit einem Menschen mit Demenz, wo dieser Unterstützung braucht, also zum Beispiel einfach mehr Zeit für die Verarbeitung des Gesagten.“ Dabei solle die Selbstständigkeit des Menschen erhalten und gefördert werden. „Der Roboter gibt deshalb nur gerade so viel Hilfe wie nötig“, sagt Wrede. ■

Inwieweit können Roboter uns zukünftig noch stärker in unserem Leben unterstützen? Eine spannende Frage, findet unsere Autorin Insa Vogt, die ihr in Ansätzen in dem Interview für diesen Bericht beantwortet wurde.

ries that are some distance from each other. ‘This creates an initial basis for more in-depth research on robotic scaffolding—the new approach to introducing robots to tasks with which they are unfamiliar,’ says Schultz. ‘Humans provide the robots with an initial orientation for the new learning situation, and this allows them to master the task in question independently.’

As with all LabLinking studies, the results are made available to researchers worldwide on the open platform ‘openEASE’. One virtue of the platform: ‘We can extract information about human activities from this database so that robots can better perform human activities in the future and learn to understand,’ says Schultz.

Further research is needed in future to determine how far the robot’s hesitation or interruption in the presence of distractions or disturbances such as noise also leads to a better understanding of the task by humans, and to what degree this is shown in the EEG. ‘We are aiming to teach the robot to notice itself whether or not its hesitation is helpful for a human’s learning success, and to adapt its behaviour accordingly,’ says Britta Wrede. This knowledge could be used in care situations, for example. ‘When interacting with a person with dementia, the robot would notice when that person needs assistance or, for example, simply more time to process what is being said.’ An individual’s independence should be preserved and encouraged. ‘The robot would therefore give only as much help as is necessary,’ says Wrede. ■

To what extent can robots support us even more in our lives in the future? An exciting question, according to our author Insa Vogt, which was answered to some extent in the interview for this report.

#### Offenes Wissen für KI-basierte Roboter

Der webbasierte Wissensdienst openEASE stellt Aktivitätsdaten bereit, wie Roboter und Menschen Aufgaben bewältigen. Dazu gehören Daten zur Manipulation von Objekten, einschließlich der Umgebung, in der der Roboter oder Mensch agiert. Das können zum Beispiel Daten zum Öffnen eines Pakets oder zum Servieren einer Mahlzeit sein. Die Episodendarstellungen können vom Roboter erfasste Bilddaten, weitere Sensordatenströme sowie Körperhaltungen des Roboters oder des Menschen enthalten. Wenn Roboter eine Aufgabe erledigt haben, können mithilfe der Daten Fragen dazu beantwortet werden, wie die Aufgabe zu benennen ist, wie sie abgelaufen ist und was sie gesehen haben. Die Datenbank ist weltweit frei zugänglich. Menschen können die Plattform über Internetbrowser erreichen, Roboter können sie über eine eigene Schnittstelle – via WebSocket-Protokoll – verwenden.

#### Open knowledge for AI-based robots

OpenEASE is a web-based knowledge service that provides data on how robots and humans accomplish tasks. It contains data on manipulating objects, including the environment in which the robot or human is operating. For example, this could be data on opening a package or serving a meal. The episode representations may include image data captured by the robot, other sensor data streams, and body postures of the robot or human. When robots have completed a task, the data can be used to answer questions about what to call the task, how it went, and what they saw. The database is freely accessible worldwide. Humans can access the platform via internet browsers; robots can access it by using their own interface—via WebSocket protocol.



Foto: Janosch Boerckel

Nachhaltige KI-Systeme sind auf die Bedürfnisse von Menschen ausgerichtet.  
Sustainable AI systems are oriented towards peoples' needs.

BI.research

# „Intelligente Systeme müssen nachhaltig und sicher werden“

## ‘Smart systems must become sustainable and safe’

**Im Forschungsverbund SAIL untersuchen Wissenschaftler\*innen, wie KI-Systeme über ihren gesamten Lebenszyklus sicher und robust arbeiten. Ein Interview mit der Koordinatorin des Netzwerks, Professorin Dr. Barbara Hammer von der Technischen Fakultät.**

**In the SAIL research network, scientists are investigating how to make AI systems work safely and sustainably over their entire life cycle. An interview with the network’s coordinator, Professor Dr Barbara Hammer from the Faculty of Technology.**



„Intelligente soziotechnische Systeme sind bislang nicht nachhaltig“, sagt die Informatikerin Barbara Hammer. Sie koordiniert das Forschungsnetzwerk SAIL.

‘Up to now, smart socio-technical systems have not been sustainable,’ says computer scientist Barbara Hammer. She is coordinating the SAIL research network.

Interview: Hanna Metzen

Interview: Hanna Metzen

### **Frau Hammer, warum sind Systeme mit Künstlicher Intelligenz (KI) häufig nicht nachhaltig?**

Wenn KI-Systeme erforscht und entwickelt werden, liegt der Fokus bislang auf technischen Fragen in der Einführungsphase. Intelligente soziotechnische Systeme sind zum Beispiel den Menschen unterstützende medizinische Assistenzsysteme oder intelligente Datenbrillen, die Tätigkeiten in der industriellen Produktion erleichtern. Es wird weniger darauf geschaut, wie solche Systeme auf Dauer mit Menschen interagieren und welche langfristigen gesellschaftlichen, technologischen oder ökologischen Einflüsse sie haben. Gerade die Bedürfnisse des Menschen und der Gesellschaft kommen aber oft erst zum Vorschein, wenn die Systeme schon auf dem Markt sind. Nehmen wir Assistenzsysteme im Gesundheitswesen: Intelligente Spracherkennung funktioniert zum Beispiel schlechter bei Menschen mit Alzheimer. Ein intelligentes Pflegebett, das über Sprachbefehle bedient werden kann, reagiert dann oft nicht auf diese Menschen. In anderen Fällen funktionieren Assistenzsysteme vielleicht technisch, werden aber im aktuellen Design nicht gut von Patient\*innen angenommen, etwa bei der Unterstützung in der Pflege durch einen Roboter.

### **Wie kann SAIL dazu beitragen, KI-Systeme zu verbessern?**

Im Netzwerk SAIL versuchen wir, die Grundlagen für die Gestaltung nachhaltigerer KI-Systeme zu legen. Dafür schauen wir uns

### **Ms Hammer, why are artificial intelligence (AI) systems often unsustainable?**

Up to now, when carrying out research and development on AI systems, the focus has been on technical issues in the introductory phase. Smart socio-technical systems are, for example, medical assistance systems that give people support or smart data glasses that make work easier in industrial production. However, less attention has been paid to how such systems interact with people over time and what may be their long-term social, technological, or ecological effects. But it is precisely the needs of people and of society that often come to light only when the systems are already on the market. Let's take assistance systems in the health sector: smart speech recognition, for example, works less well for people with Alzheimer's disease. Then, it is often the case that a smart care bed that can be operated via voice commands will not respond to these people. In other cases, assistance systems may well work technically, but their current design is not well accepted by patients—for example, when robots provide support in the care sector.

### **How can SAIL help to improve AI systems?**

In the SAIL network, we are trying to lay the foundations for designing more sustainable AI systems. We are looking at this in two applied fields: healthcare and industrial workplaces. In these fields, sustainability means, on the one hand, that AI systems remain

**SAIL**

SAIL steht für „SustAinable Life-cycle of Intelligent Socio-Technical Systems“ (Nachhaltiger Lebenszyklus intelligenter soziotechnischer Systeme). In dem interdisziplinären Netzwerk kooperieren die Universität Bielefeld, die Universität Paderborn, die Fachhochschule Bielefeld und die Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe. Das Land Nordrhein-Westfalen fördert den im August 2022 gestarteten Verbund mit bis zu 14,8 Millionen Euro. Koordinatorin des Netzwerks ist die Informatikerin Professorin Dr. Barbara Hammer von der Technischen Fakultät der Universität Bielefeld. Ihr Stellvertreter ist Professor Dr. Axel-Cyrille Ngonga Ngomo vom Institut für Informatik der Universität Paderborn.

**SAIL**

SAIL stands for 'SustAinable Life-cycle of Smart Socio-Technical Systems'. Bielefeld University, Paderborn University, Bielefeld University of Applied Sciences and Ostwestfalen-Lippe University of Applied Sciences are cooperating in this interdisciplinary network. It was launched in August 2022 and is being funded by the state of North Rhine-Westphalia with up to 14.8 million euros. The coordinator of the network is computer scientist Professor Dr Barbara Hammer from Bielefeld University's Faculty of Technology. Her deputy is Professor Dr Axel-Cyrille Ngonga Ngomo from the Institute of Computer Science at Paderborn

zwei Anwendungsbereiche an: Gesundheitswesen und industrielle Arbeitsplätze. Nachhaltigkeit bedeutet hier zum einen, dass KI-Systeme über ihren gesamten Lebenszyklus funktionsfähig bleiben und sich an den Bedürfnissen der Gesellschaft orientieren. Das hängt auch mit Ko-Konstruktion zusammen: Intelligente Systeme im Gesundheitswesen oder in der industriellen Produktion müssen sinnhaft mit Menschen interagieren können, etwa mit Patient\*innen, Pflegenden, Werksarbeiter\*innen oder Planenden. Zum anderen heißt Nachhaltigkeit, KI-Systeme ressourcenschonend zu gestalten. Wir untersuchen, wie KI-Systeme ohne riesige Datenmengen und möglichst energieeffizient arbeiten können.

**Warum konzentrieren Sie sich insbesondere auf intelligente Assistenzsysteme im Gesundheitswesen und Arbeitsplätze in der Industrie?**

In beiden Anwendungsbereichen interagieren Menschen mit intelligenten soziotechnischen Systemen über einen längeren Zeitraum hinweg. Dadurch werden Effekte des gesamten Lebenszyklus sichtbar. Gleichzeitig unterscheiden sich die beiden Bereiche in Bezug auf ihren Reifegrad: Im Gesundheitswesen werden KI-Systeme gerade erst eingeführt, während sie im Bereich industrieller Arbeitsplätze schon länger im Einsatz sind. Das ermöglicht uns, ganz verschiedene Herausforderungen zu untersuchen. Eine wichtige Frage in Bezug auf die Industrie ist zum Beispiel, wie sich KI-Systeme flexibel an veränderte Bedürfnisse anpassen können, etwa wenn ein Unternehmen seine Produkte stärker individualisieren

functional over their entire life cycle and are oriented towards the needs of society. This is also related to co-construction: smart systems in healthcare or industrial production must be able to interact meaningfully with people—for example, with patients, carers, factory workers, or planners. On the other hand, sustainability means designing AI systems in ways that conserve resources. We are investigating how AI systems can work without huge amounts of data and as energy-efficiently as possible.

**Why are you focusing particularly on smart assistance systems in healthcare and in workplaces in industry?**

In both applied fields, people interact with smart socio-technical systems over a longer period of time. As a result, effects of the entire life cycle become visible. At the same time, the two fields differ in terms of how well developed they are: in healthcare, AI systems are only just beginning to be introduced, whereas in industrial workplaces, they have already been in use for a long time. This allows us to examine very different challenges. An important question in relation to industry is, for example, how can AI systems adapt flexibly to changing needs—such as when a company wants to customize its products more strongly? AI models must then continue to function reliably on the basis of less and changing data. In the healthcare sector, the challenge lies above all in the fact that smart assistance systems may work well in the laboratory but not consistently in real-life applications—as in the case of the nursing bed with speech recognition.



Foto: kinwun/stock.adobe.com

SAIL untersucht, wie intelligente soziotechnische Systeme in der Industrie über ihren gesamten Lebenszyklus robust arbeiten können.

SAIL is investigating how smart socio-technical systems in industry can operate sustainably over their entire life cycle.





Foto: Nattawit/stock.adobe.com

will. KI-Modelle müssen dann auch auf Basis von wenigen und sich ändernden Daten sicher funktionieren. Im Gesundheitswesen liegt die Herausforderung vor allem darin, dass intelligente Assistenzsysteme zwar im Labor funktionieren, aber nicht durchgängig in der realen Anwendung – wie im Fall des Pflegebetts mit Spracherkennung.

**SAIL wird vom Land NRW über ein Programm im Bereich „Vernetzung“ gefördert. Warum ist Vernetzung in der KI-Forschung wichtig?**

Intelligente Systeme werden unsere Gesellschaft zunehmend verändern – deswegen müssen wir uns überlegen, wie wir sie nachhaltig und sicher gestalten. Dazu kann SAIL einen Beitrag leisten. Die Probleme lassen sich aber nur interdisziplinär lösen. In unserem Forschungsnetzwerk kooperieren Wissenschaftler\*innen aus ganz unterschiedlichen Disziplinen, von Informatik und Ingenieurwissenschaften bis zu Psychologie und Linguistik. Wir verknüpfen die Expertisen der Universitäten Bielefeld und Paderborn sowie der Fachhochschule Bielefeld und der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe. Dadurch kann SAIL zur Bildung eines langfristigen, für internationale Forschung und nachhaltige Innovationen relevanten Schwerpunkts in Ostwestfalen beitragen.

**SAIL ist 2022 gestartet und läuft noch bis 2026. Worauf freuen Sie sich am meisten?**

Ich freue mich darauf, in einem interdisziplinären Team mit ausgewiesenen Spitzenforscher\*innen an einem spannenden Thema mit hoher gesellschaftlicher Relevanz arbeiten zu dürfen. Ein zentraler Bestandteil von SAIL ist zudem die Vernetzung des wissenschaftlichen Nachwuchses: Promovierende aus verschiedenen Disziplinen und Universitäten oder Hochschulen bilden kleine Teams und entwickeln gemeinsam Lösungen für die KI-Forschung. Mit vielversprechenden jungen Kolleg\*innen zusammenzuarbeiten, finde ich sehr bereichernd.

**SAIL is funded by the state of NRW through a programme in its ‘networking’ area. Why is networking important in AI research?**

Smart systems will increasingly change our society, and that’s why we need to think about how to make them sustainable and safe. SAIL can make a contribution to this. However, the problems can be solved only by taking an interdisciplinary approach. The scientists cooperating in our research network come from very different disciplines ranging from computer science and engineering to psychology and linguistics. We combine the expertise of Bielefeld University and Paderborn University as well as that of the Bielefeld University of Applied Sciences and the Ostwestfalen-Lippe University of Applied Sciences. This enables SAIL to contribute to the formation of a long-term specialization in East Westphalia that is relevant for both international research and sustainable innovation.

**SAIL started in 2022 and will run until 2026. What are you looking forward to most?**

I am looking forward to being part of an interdisciplinary team with proven top researchers that is working on an exciting topic with high social relevance. Another central component of SAIL is the networking of young researchers: doctoral students from different disciplines and universities or universities of applied sciences are forming small teams and working together on developing solutions for AI research. I find it very enriching to work with promising young colleagues.

# Ko-Konstruktion von Verständnis hilft Mensch und Roboter

## Co-construction of understanding helps humans and robots

### Verständnis-Monitoring soll inklusiv und fair sein

**Dr. Hanna Drimalla ist Professorin für Multimodale Verhaltensverarbeitung in der Technischen Fakultät und leitet ein Projekt im Transregio „Erklärbarkeit konstruieren“ (SFB/TRR 318).**

Ein Erklärprozess funktioniert immer zweiseitig. Wer etwas gezielt erfolgreich erklären möchte, ist darauf angewiesen, vom Gegenüber Rückmeldung zu erhalten, wie sie oder er etwas verstanden hat. Ein Mensch erklärt etwas, überwacht gleichzeitig, ob das Gegenüber die Erklärung versteht und wie es darauf reagiert, und passt die Erklärung aufgrund dieser Informationen direkt im Gespräch an. Im TRR 318 sollen auch Maschinen Erklärungen liefern, die sie mit ihren Nutzer\*innen gemeinsam generieren. In unserem Teilprojekt A06 im TRR 318 wollen wir eine Lösung dafür finden, die menschlichen Reaktionen für die KI erfassbar zu machen. Die Bandbreite an Einflüssen, die auf menschliche Reaktionen einwirken und diese verändern können, ist groß. Für jede Form von psychischer Störung und jede Situation ein eigenes Modell zu konstruieren, wäre daher nicht praktikabel. Stattdessen wollen wir es dem einzelnen Menschen ermöglichen, den Verstehensprozess gemeinsam mit der Maschine zu entwickeln.

Für unsere Modelle zum Erkennen von Verständnis beim Menschen nutzen wir zum Beispiel die automatische Erkennung von Gesichtsausdruck, Blickverhalten und Stimmlage aus Videodaten. Unser Ziel sind Modelle, die den Nutzer\*innen direkt zurückspiegeln, warum die Maschine bei der jeweiligen Person Verständnis oder Unverständnis erkannt hat. So wird erreicht, dass dieses Verständnis-Monitoring inklusiv und fair ist. Es soll für jeden Menschen und auch über Situationen hinweg funktionieren.

### Monitoring understanding should be inclusive and fair

**Dr Hanna Drimalla is professor of multimodal behaviour processing in the Faculty of Technology and heads a project in the Transregio ‘Constructing Explainability’ (SFB/TRR 318).**

An explanatory process is always two-sided. If you want to explain something successfully in a targeted way, you have to receive feedback from the other person on how they have understood it. A human explains something while simultaneously monitoring whether the partner understands the explanation and how they react to it. They then use this information to adjust the explanation directly within the conversation. In TRR 318, machines should also provide explanations that they generate together with their users. In our Project A06 in TRR 318, we want to find a solution to the problem of making human signs of understanding detectable for the AI. The range of influences that can affect and change human non-verbal responses is large. Constructing a separate model for every mental condition and every situation would therefore be impractical. Instead, we want to enable the individual human to develop the process of understanding together with the machine.

To enable our models to recognize understanding in humans, we automatically analyse, for example, facial expressions, gaze behaviour, and voice pitch from video data. Our goal is to create models that give the user direct feedback on why the machine has detected understanding or a lack of understanding in them. In this way, we can succeed in making this monitoring of understanding inclusive and fair. It should work for everybody and across situations.



Foto: Mike-Dennis Müller

# Roboter sind derzeit nicht fähig, in unterschiedlichen Situationen optimal auf Menschen einzugehen. Drei Wissenschaftlerinnen beschreiben, wie sie das mit dem Prinzip der Ko-Konstruktion ändern wollen.

**Robots are currently not capable of responding optimally to humans in different situations. Three scientists describe how they want to change this by applying the principle of co-construction.**

## Bei Irrtümern die Funktionsweise des Roboters visualisieren

**Professorin Dr. Anna-Lisa Vollmer forscht in der Arbeitsgruppe Medizinische Assistenzsysteme der Medizinischen Fakultät OWL und leitet ebenfalls ein Projekt im TRR 318.**

Mit den wachsenden technischen Möglichkeiten wachsen auch die Einsatzgebiete von künstlichen Intelligenzen wie Robotern. Außerdem steigt die Komplexität dieser Systeme und parallel schwindet die Möglichkeit für Nicht-Expert\*innen, die Funktionsweise dieser zu erfassen. Im TRR 318 werden diese Probleme für Künstliche Intelligenz mit dem Fokus auf Erklärungen angegangen – und das für verschiedenste Anwendungsfelder und Fachbereiche. In unserem Teilprojekt B05 widmen wir uns der Assistenzrobotik. Solche Systeme sollten von jeder\*m in individuelle Aufgaben einweisbar sein. Dafür müssen die Roboter von Menschen lernen können, die sich nicht mit ihrer Funktionsweise auskennen. Hierbei kann ein mangelndes Verständnis jedoch dazu führen, dass dem Roboter die Aufgaben in einer für diesen ungeeigneten Weise beigebracht werden. Die Interaktion bricht in diesen Fällen ab, der Roboter lernt langsam oder gar nicht.

In unserem Teilprojekt wollen wir deshalb Methoden entwickeln, die während des Lernprozesses das Verständnis der Nutzer\*innen einschätzen, um gezielt mit Visualisierungen die Funktionsweise des Roboters zu unterstützen. Durch die Einblendungen können problematische Wissenslücken gefüllt und Missverständnisse korrigiert werden. Besonders herausfordernd sind bei dieser Ko-Konstruktion das Erkennen der Auffassung im Menschen und die Auswahl der relevanten Information, die erklärend dargestellt wird.

## In case of error, visualize how the robot functions

**Professor Dr Anna-Lisa Vollmer conducts research in the Medical Assistance Systems research group at the Medical School OWL and also heads a project in TRR 318.**

Through advances in technology, the areas in which artificial intelligence, such as robots, can be applied are also expanding. In addition, the complexity of these systems is increasing, whereas, at the same time, the possibility for non-experts to understand how they function is declining. In TRR 318, these problems for artificial intelligence are being tackled with a focus on explanations—and this for the most diverse fields of application and specialist areas. In my Project B05, we are focusing on robots as assistance systems. Such systems should be able to respond correctly to anybody's instructions to perform individual tasks. This requires the robots to be able to learn from people who do not understand how they function. However, such a lack of understanding can lead to the robot being taught tasks in a way that is unsuitable for it. In such cases, the interaction breaks down and the robot learns either slowly or not at all.

Therefore, in our project, we want to develop methods that assess the user's understanding during the learning process in order to provide targeted support through visualizations of how the robot functions. Such visualizations can fill problematic gaps in knowledge and correct misunderstandings. What is particularly challenging in this co-construction is for robots to recognize the presence of understanding in humans and select relevant information to present in their explanations.



Foto: Mike-Dennis Müller

## Sprachmodelle sollen verstehen, was wir sagen und sehen

**Dr. Sina Zarriß ist Professorin für Computerlinguistik in der Fakultät für Linguistik und Literaturwissenschaft.**

Spontane situierte Dialoge zwischen Gesprächspartner\*innen funktionieren auf vielen sprachlichen Ebenen völlig anders als geschriebene Texte. Wenn man zum Beispiel jemandem erklären möchte, wie man einen kaputten Fahrradschlauch repariert, ist das wesentlich einfacher, wenn man gemeinsam vor dem Fahrrad steht, als wenn man das Gleiche in einer E-Mail erklären muss. Das liegt an den sprachlichen und kommunikativen Mitteln, die in der Situation verwendet und kombiniert werden können. Beide Gesprächspartner\*innen können den Fahrradschlauch sehen und manipulieren. Sie können etwas vormachen. Sie können zum Beispiel direkt auf Aktionen des\*der anderen reagieren und diese korrigieren, Rückfragen stellen und unterbrechen.

Dieses interaktive Ko-Konstruieren von Handlungen, Instruktionen und Erklärungen ist mit heutigen Dialogsystemen, virtuellen Agenten und Robotern fast unmöglich. Denn es erfordert Modelle und Methoden des Maschinellen Lernens, die Sprach- und Bildverarbeitung oder auch Modellierung von Bewegungen und Handlungen eng verknüpfen. Um Ko-Konstruktion in Dialogen mit Maschinen zu ermöglichen, erforschen wir in der Computerlinguistik Sprachmodelle, die auch mit bildlichen Daten arbeiten. Sie sollen etwa Objekte oder Handlungen auf Bildern und in Videos beschreiben können. Dafür müssen sie bisher Assoziationen zwischen Bild und Sprache aus riesigen Datensätzen lernen und können den Lernprozess kaum an Feedback eines menschlichen Gegenübers anpassen. Eine große Herausforderung ist es außerdem, diese Systeme in Echtzeit-Interaktionen in dynamischen Situationen einzusetzen.



Foto: Jana Hoyer

## Language models should understand what we say and see

**Dr Sina Zarriß is professor of computational linguistics in the Faculty of Linguistics and Literary Studies.**

Spontaneous situated dialogues between partners function completely differently to written texts on many linguistic levels. For example, if you want to explain to someone how to fix a punctured bicycle inner tube, it is much easier when you are standing together in front of the bicycle than when you have to explain the same thing in an email. This is due to the linguistic and communicative means that can be used and combined in the situation. Both dialogue partners can see and handle the inner tube. They can demonstrate something. They can, for example, respond directly to the other's actions and correct them, ask questions, and interrupt.

This interactive co-construction of actions, instructions, and explanations is almost impossible with today's dialogue systems, virtual agents, and robots. It would require machine-learning models and methods that closely link speech and image processing or even the modelling of movements and actions. In order to enable co-construction in dialogues with machines, we are researching language models in computational linguistics that also work with pictorial data. These models should be able to describe objects or actions in pictures and videos. This requires them to learn associations between images and language from huge data sets. However, they can hardly adapt the learning process to feedback from a human partner. It is also a great challenge to apply these systems to real-time interactions in dynamic situations.



# In vier Welten bewegt sich die Forschung der Universität Bielefeld. Was gibt es dort Neues?

## Bielefeld University engages in four research worlds. What's new in each one?

The Mathematical World: Regular and Irregular Structures

### Ganzzahlige Strukturen in der Mathematik

#### Integral structures in mathematics

■ Fakultät für Mathematik

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert seit Januar 2023 für zunächst vier Jahre den neuen Sonderforschungsbereich/Transregio „Ganzzahlige Strukturen in Geometrie und Darstellungstheorie“ (SFB/TRR 358). Der Verbund wird von den Universitäten Bielefeld und Paderborn getragen. Beteiligt an dem Transregio ist zudem die Universität Bonn. In 20 Teilprojekten untersuchen die Wissenschaftler\*innen ganzzahlige Strukturen. In der Geometrie beispielsweise treten solche Strukturen unter anderem als Pflasterungen auf – sich wiederholende Teilflächen, symmetrisch und lückenlos angeordnet, die komplexe mehrdimensionale Muster ergeben können. So ist zum Beispiel ein Schachbrettmuster ganzzahlig aufgebaut. Durch die Auseinandersetzung mit ganzzahligen Strukturen soll das Forschungsprogramm des neuen Sonderforschungsbereichs mathematische Teilbereiche zusammenführen. Die Fördersumme für den Transregio beträgt 10,7 Millionen Euro. Sprecher ist Professor Dr. Kai-Uwe Bux von der Universität Bielefeld, stellvertretender Sprecher ist Professor Dr. Igor Burban von der Universität Paderborn. ■

■ Faculty for Mathematics

Since January 2023, the German Research Foundation (DFG) has been funding the new Collaborative Research Centre/Transregio 'Integral Structures in Geometry and Representation Theory' (SFB/TRR 358) for an initial period of four years. The network is supported by Bielefeld and Paderborn universities. The University of Bonn is also involved in the Transregio. There are 20 subprojects in which academics are investigating integral structures. Lattices, recurring partial surfaces, arranged symmetrically and without gaps, are just one example of these structures that occur in geometry. This can result in complex multi-dimensional patterns. For instance, a chessboard pattern is composed of integral numbers. The research programme of the new Collaborative Research Centre seeks to bring together mathematical subfields by exploring integral structures. Funding for the Transregio amounts to 10.7 million euros. Professor Dr Kai-Uwe Bux from Bielefeld University is spokesperson for the Transregio and Professor Dr Igor Burban from Paderborn University is deputy spokesperson. ■



Die Professor\*innen Claudia Alfes-Neumann und Christopher Voll von der Universität Bielefeld werden sich in dem Transregio unter anderem mit Gittern und Fast-Gittern befassen.

In the Transregio, the work of Professor Dr Claudia Alfes-Neumann and Professor Dr Christopher Voll from Bielefeld University includes exploring (almost) lattices.

## Schüler\*innenlabore als Bildungsorte für Lehrkräfte

### Student laboratories as training venues for teachers



Foto: Mike-Dennis Müller

Initiator\*innen des Verbundprojekts (v.l.): die Bielefelder Professor\*innen Stefanie Schwedler, Matthias Wilde und Martin Heinrich.

The initiators of the new project on student laboratories for teacher training (from left): Bielefeld professors Dr Stefanie Schwedler, Dr Matthias Wilde and Dr Martin Heinrich.

- Fakultät für Biologie
- Fakultät für Chemie
- Fakultät für Erziehungswissenschaft

Themen aus Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) haben in der Praxis viel zu bieten: Anschauliche Experimente, spannende Arbeitsweisen und beeindruckende Ergebnisse können im Labor erlebt werden. Schüler\*innenlabore haben sich als förderlich für die Mo-

tivation und das Interesse an MINT-Themen und -Arbeitsweisen herausgestellt. Das neue Verbundprojekt „LFB-Labs-digital“ soll das Potenzial dieser Labore für die Lehrkräftefortbildung (LFB) ausschöpfen. Schüler\*innenlabore zu MINT-Themen werden zu Orten der Lehrkräftefortbildung ausgebaut. Der Schwerpunkt liegt auf der Vermittlung von digitalen Kompetenzen bei Lehrkräften. Acht Universitäten arbeiten in dem Projekt zusammen. Geleitet wird es von der Universität Bielefeld. Der Projektantrag wurde von den Bielefelder Professor\*innen Dr. Matthias Wilde, Dr. Stefanie Schwedler und Dr. Martin Heinrich koordiniert. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert den Verbund seit April 2023 mit rund 3,2 Millionen Euro, davon fließen rund 1,9 Millionen Euro an die Universität Bielefeld. ■

- Faculty of Biology
- Faculty of Chemistry
- Faculty of Educational Science

There is much to offer in the fields of mathematics, computer science, natural sciences, and technology (STEM): The laboratory is a place to experience hands-on experiments, exciting working practices, and impressive results. Student laboratories have been shown to be effective in motivating and stimulating interest in STEM subjects and working practices. The new joint research project ‘LFB-Labs-digital’ is designed to exploit the potential of these laboratories for teacher training (LFB). Student laboratories on STEM subjects are being developed into venues for teacher training. The focus is on equipping teachers with digital skills. Eight partner institutions are collaborating on the project, which is led by Bielefeld University. Bielefeld professors Dr Matthias Wilde, Dr Stefanie Schwedler, and Dr Martin Heinrich coordinated the project proposal. Since April 2023, the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is providing the network with around 3.2 million euros in funding. Around 1.9 million euros of this will go to Bielefeld University. ■

Mehr Informationen zu den Forschungswelten – den Forschungsschwerpunkten der Universität Bielefeld – auf [uni-bielefeld.de/forschung](https://uni-bielefeld.de/forschung)

More information on the research worlds—the research profile of Bielefeld University – at [uni-bielefeld.de/forschung](https://uni-bielefeld.de/forschung)

The Material World: Systems and Structures

## Wie Krankheitserreger Moleküle in Wirtszellen injizieren

### How pathogens inject molecules into host cells

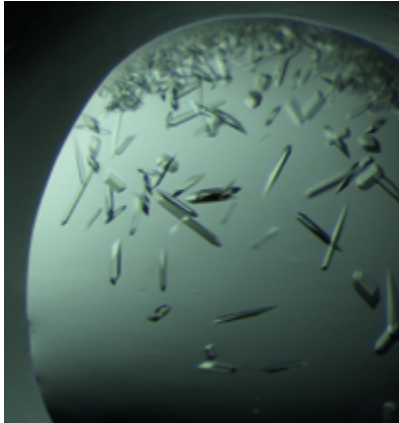


Foto: Universität Bielefeld

Kristalle von Proteinen des Typ-III-Sekretions-systems von *Yersinia enterocolitica*. Mit solchen Kristallen bestimmten die Forschenden die dreidimensionale Struktur des Proteins.

Protein crystals of the type III secretion system of *Yersinia enterocolitica*. The researchers used this type of crystal to determine the three-dimensional structure of the protein.

■ Fakultät für Chemie

Biochemiker Professor Dr. Hartmut Niemann und seine Arbeitsgruppe haben herausgefunden, wie krankheitserregende Bakterien Moleküle in menschliche Zellen injizieren. Das in vielen krankheitserregenden Bakterien zu findende Sekretionssystem (T3SS) schießt Virulenzproteine durch eine winzige Nadel in Wirtszellen. In einer Studie untersuchten die Forschenden diesen molekularen Injektionsapparat von *Yersinia enterocolitica*, einem Erreger für Magen-Darm-Beschwerden. Mit der Röntgenkristallografie ermittelten die Forscher die dreidimensionale Struktur des Export-Apparats, der für die Auswahl und Injektion der krank machenden Proteine verantwortlich ist. Die Ergebnisse könnten helfen, Infektionen zu unterdrücken. Vorgestellt wurde die Studie in der Fachzeitschrift *Nature Communications*. ■

■ Faculty of Chemistry

Biochemist Professor Dr. Hartmut Niemann and his research group have discovered how pathogenic bacteria inject molecules into human cells. The secretion system (T3SS) found in many pathogenic bacteria shoots virulence proteins through a tiny needle into host cells. In one study, the researchers investigated the molecular injection apparatus of *Yersinia enterocolitica*, a pathogen for gastrointestinal complaints. The researchers used X-ray crystallography to determine the three-dimensional structure of the export apparatus responsible for selecting and injecting the disease-causing proteins. Their findings could help prevent infections. The study was presented in the journal *Nature Communications*. ■

B.I. research

The Socio-Technical World: Interactive Intelligent Systems

## Die Küche der Zukunft

### The Kitchen of the Future



Foto: Neura Robotics GmbH

Das neue Projekt „Mensch-Roboter-Kollaboration in der Küche der Zukunft“ beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Service-Roboters, der den Geschirrspüler ein- und ausräumt.

The new project 'Human-Robot Collaboration in the Kitchen of the Future' is developing a service robot that loads and unloads the dishwasher.

■ Technische Fakultät

Saugroboter und intelligente Lautsprecher sind bereits in vielen Haushalten etabliert, wie aber kann ein Roboter in der Küche assistieren? Im neuen Projekt „Mensch-Roboter-Kollaboration in der Küche der Zukunft“ wird an der Entwicklung eines Service-Roboters gearbeitet, der den Geschirrspüler ein- und ausräumt. Der Roboter soll mit den Unternehmen Miele, Hettich und Neura Robotics GmbH entwickelt werden, damit die Küche für Mensch und Roboter gleichermaßen nutzbar sein kann. Das Projekt wird als eines von sechs neuen Projekten des Spitzenclusters it's OWL gefördert. Die Projekte haben ein Gesamtvolumen von 15,6 Millionen Euro. Für die Universität Bielefeld sind die Informatiker Privatdozent Dr. Sven Wachsmuth, Professor Dr. Helge Ritter, Dr. Robert Haschke sowie Linguist Professor Dr. Hendrik Buschmeier beteiligt. ■

■ Faculty of Technology

Robot vacuum cleaners and smart speakers are already firmly ensconced in many households, but how can a robot help in the kitchen? In the new project 'Human-Robot Collaboration in the Kitchen of the Future', work is underway to develop a service robot that loads and unloads the dishwasher. The robot is to be developed with the companies Miele, Hettich, and Neura Robotics GmbH so that both humans and robots can use the kitchen. The project is being funded as one of six new projects of the state's leading-edge cluster it's OWL. The projects have a total volume of 15.6 million euros. Computer scientists Dr. Sven Wachsmuth, Professor Dr. Helge Ritter, Dr. Robert Haschke, and linguist Professor Dr. Hendrik Buschmeier are involved on behalf of Bielefeld University. ■

# Wie beschleunigt der Klimawandel das Artensterben?

## How is climate change accelerating species extinction?

Bl.research

**Steigende Temperaturen und zunehmende Dürreperioden verändern Lebensbedingungen von Tieren und Pflanzen. Nahrungsketten brechen zusammen und Arten sterben aus – mit Folgen für das gesamte Ökosystem.**

Text: Hanna Metzen

Manche Tierarten bedroht die globale Erwärmung unmittelbar. Zum Beispiel Meeresschildkröten: Weil die Bruttemperatur bei ihnen beeinflusst, welches Geschlecht ein Embryo entwickelt, schlüpfen zunehmend nur noch weibliche Tiere. Dadurch können sich Meeresschildkröten nicht mehr so gut fortpflanzen und die Populationen schrumpfen. Oder Fische in der Nord- und Ostsee wie der Kabeljau: Da die Gewässer wärmer werden, laichen sie früher im Jahr – zu dieser Zeit ist das Nahrungsangebot jedoch schlechter und mehr Larven verhungern.

„Der Klimawandel führt dazu, dass Populationen zurückgehen und Tierarten im Extremfall aussterben“, sagt Professorin Dr. Caroline Müller von der Universität Bielefeld. Die Wissenschaftlerin leitet die Arbeitsgruppe Chemische Ökologie an der Fakultät für Biologie. „Studien zeigen, dass bei einer Erderwärmung von 1,5 Grad das Aussterberisiko von Tieren und Pflanzen um 4 Prozent steigt – bei einer Erwärmung von 3 Grad aber schon auf 26 Prozent.“

**Rising temperatures and more frequent and longer periods of drought are changing the living conditions of animals and plants. Food chains are breaking down and species are becoming extinct –with consequences for the entire ecosystem.**

Text: Hanna Metzen

Some animal species are directly threatened by global warming. Take sea turtles, for example: because the breeding temperature influences the sex of an embryo, hatching turtles are increasingly only female. As a result, sea turtles are no longer able to reproduce well and populations are shrinking. Or look at fish in the North and Baltic Seas such as cod: as the waters become warmer, they spawn earlier in the year—but food is in short supply then and more larvae starve to death.

‘In extreme cases, climate change is causing populations to decline and animal species to become extinct,’ says Professor Dr Caroline Müller from Bielefeld University. The academic heads the Chemical Ecology research group at the Faculty of Biology. ‘Studies show that with a rise in global temperatures of 1.5 degrees, the extinction risk of animals and plants increases by 4 per cent—but with a rise of 3 degrees, this risk increases to as much as 26 per cent.’





Foto: Sarah Jonek

Caroline Müller leitet die Arbeitsgruppe Chemische Ökologie an der Fakultät für Biologie.  
Caroline Müller heads the Chemical Ecology research group at the Faculty of Biology.

B.I. research

### Die Natur verliert ihren Rhythmus

Der Klimawandel hat Folgen für das gesamte Ökosystem. Steigende Temperaturen sorgen dafür, dass die zeitlichen Abläufe der Natur aus dem Takt geraten – wie im Fall der Fische, die zu früh laichen. Ähnliche Phänomene lassen sich auch bei anderen Arten beobachten. Manche Zugvögel kommen zum Beispiel früher in ihren Brutgebieten an, wodurch die Küken nicht das richtige Nahrungsangebot zur Verfügung haben. Einige Pflanzenarten passen sich schneller an die veränderte Umwelt an als die Tiere, die sie als Futter nutzen. „Viele Pflanzen blühen mittlerweile deutlich früher, etwa die Hasel“, sagt Müller. „Auch andere Pflanzenarten sind bereits früher verblüht. Das hat Konsequenzen für Insekten, die sich von den Blüten ernähren, wie beispielsweise Schmetterlinge. Insekten sind wiederum Nahrung für Singvögel – auch deren Bestand geht immer weiter zurück.“

Viele Insekten sind direkt von Klimaveränderungen betroffen, wie zum Beispiel Hummeln, die nur schlecht mit extremen Hitzeperioden zurechtkommen. Zudem machen ihnen andere Faktoren zu schaffen: Asphaltierte Flächen sowie landwirtschaftliche Monokulturen tragen dazu bei, dass Insekten kaum noch Nahrung und Lebensraum finden.

### Nature is losing its rhythm

Climate change is impacting on the entire ecosystem. Rising temperatures are throwing natural cycles out of sync—as in the case of fish that are spawning too early. Similar phenomena can be observed in other species: several migratory birds, for example, are arriving at their breeding grounds earlier, and this means that the chicks do not have access to the right food supply. Some plant species are adapting more quickly to these environmental changes than the animals that consume them. ‘A lot of plants, such as the hazel, are now flowering much earlier,’ says Müller. ‘Other plant species are also blossoming and fading earlier. This is affecting the insects such as butterflies that feed on the flowers. The insects, in turn, are food for songbirds, and their numbers are also declining.’

Climate change is having a direct impact on many insects such as bumblebees that have trouble coping with periods of extreme heat. Other factors are also causing problems: asphalted areas and agricultural monocultures contribute to the shortage of food and habitats for insects.

### Müller untersucht Effekte des Klimawandels auf Insekten und Pflanzen

Caroline Müller erforscht mit ihrer Bielefelder Arbeitsgruppe, welche Effekte solche menschengemachten Faktoren auf Insekten haben. Die Wissenschaftler\*innen betrachten zum Beispiel den Einfluss von Pestiziden auf den Meerrettichblattkäfer. „Pestizide schädigen diverse Insektenarten, nicht nur die Schadinsekten, und haben auch in nichttödlichen Dosen drastische Auswirkungen“, erklärt Müller. „Unsere Untersuchungen zeigen, dass sich die Larven langsamer entwickeln und die Käfer schlechter fortpflanzen. Zudem beeinflussen die Pestizide die chemische Kommunikation und damit das Verhalten der Blattkäfer.“

Am Beispiel von Weizen untersuchen die Biolog\*innen, wie sich extremer Trockenstress und anschließende Vernässung auf das Zusammenspiel von Pflanzen und Insekten auswirken. Die Experimente zeigen: Durch solche Extremwetterereignisse, wie sie auch der Klimawandel produziert, verändert sich der Stoff-

### Müller is investigating the consequences of climate change for insects and plants

Caroline Müller and her Bielefeld research group are exploring the effects such anthropogenic factors have on insects. For example, the researchers are looking at the way pesticides affect the mustard leaf beetle. ‘Pesticides harm a variety of insect species, not just the destructive pests, and have a drastic impact even in non-lethal doses,’ says Müller. ‘Our research shows that the larvae are developing more slowly and the beetles are reproducing at a lower rate. On top of that, pesticides interfere with chemical communication and thus with the behaviour of the leaf beetles,’ says Müller.

Using wheat as an example, the biologists are investigating how extreme drought stress and subsequent waterlogging affect the interaction between plants and insects. Their experiments show that extreme weather events such as those caused by climate change alter a plant’s metabolism. As a



Der Klimawandel stört die Fortpflanzung von Meeresschildkröten: Weil die Bruttemperatur beeinflusst, welches Geschlecht ein Embryo entwickelt, schlüpfen zunehmend nur noch weibliche Tiere.

Climate change interferes with the reproduction of sea turtles: because the breeding temperature influences the sex of an embryo, hatching turtles are increasingly only female.





Gemeinsam mit ihrer Arbeitsgruppe erforscht Caroline Müller, welche Effekte der Klimawandel auf Pflanzen und Insekten hat.

Together with her research group, Caroline Müller is investigating the impact of climate change on plants and insects.

wechsel der Pflanze. Das hat zur Folge, dass sich manche Insektenarten, die sich von diesen Pflanzen ernähren, schlechter entwickeln.

Der Klimawandel führt zudem dazu, dass sich bestimmte Arten in neuen Gebieten ausbreiten und dort heimische Arten verdrängen. Müller erforscht mit ihrem Team die chemischen Eigenschaften von invasiven Pflanzen. „Uns interessiert, warum invasive Pflanzen dominant werden. Für einige Arten ist möglicherweise eine hohe Chemodiversität vorteilhaft: Wenn sich das chemische Profil von Pflanze zu Pflanze stark unterscheidet, können sich Fressfeinde schlechter daran anpassen und die Pflanzenart ist durch solche individuellen Unterschiede konkurrenzstärker“, erläutert Müller.

### Diversität hängt mit Individualität zusammen

Caroline Müller leitet die Forschungsgruppe „Ökologie und Evolution intraspezifischer Chemodiversität von Pflanzen“, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert wird. „Eine höhere Diversität innerhalb einer Tier- oder Pflanzenart ist von Vorteil für ihr Überleben in einem Ökosystem“, sagt Müller. „Diversität hängt dabei eng mit Individualität zusammen: Je mehr individuelle Unterschiede innerhalb einer Art auftreten, desto diverser ist sie.“

Wie sich veränderte Klima- und Umweltbedingungen auf die chemischen Eigenschaften von Individuen auswirken, untersucht Müller im Verbundprojekt „Individualisierung in sich ändernden Umwelten“ (InChangE). Das Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes NRW fördert das Projekt.

Individualisierung beschäftigt Müller zudem im Transregio-Sonderforschungsbereich NC<sup>3</sup> (SFB/TRR 212); dort leitet sie ein Teilprojekt zur individuellen Nischenanpassung. Für InChangE und NC<sup>3</sup> arbeiten Wissenschaftler\*innen der Universitäten Münster und Bielefeld zusammen. „Das Spannende ist, dass in diesen Projekten nicht nur Biolog\*innen beteiligt sind, sondern auch Psycholog\*innen, Philosoph\*innen oder Mediziner\*innen – das eröffnet ganz neue Denkweisen“, sagt Caroline Müller. ■

Unsere Autorin Hanna Metzen sitzt am liebsten im Grünen. Bei der Recherche zu diesem Artikel hat sie gelernt, wie Klimaveränderungen das gesamte Ökosystem beeinflussen können.

result, the development of some insect species that feed on these plants is impeded.

Climate change is also causing certain species to spread into new areas where they oust native species. Müller and her team are researching the chemical properties of invasive plants. ‘We are interested in why invasive plants become dominant. For some species, high chemodiversity may be advantageous: if the chemical profile differs greatly from plant to plant, herbivores are less able to adapt to it, and such individual differences make the plant species more competitive,’ says Müller.

### Diversity is linked to individuality

Caroline Müller heads the Ecology and Evolution of Intraspecific Chemodiversity of Plants research unit, which is funded by the German Research Foundation (DFG). ‘A higher diversity within an animal or plant species may be advantageous for its survival in an ecosystem,’ says Müller. ‘Diversity is closely linked to individuality: the more individual differences there are within a species, the more diverse it is.’

Müller is investigating how changing climate and environmental conditions affect the chemical characteristics of individuals in the joint project ‘Individualization in Changing Environments’ (InChangE). The project is funded by the Ministry of Culture and Science in North Rhine-Westphalia.

Müller also focuses on individualization in the Transregional Collaborative Research Centre NC<sup>3</sup> (CRC/TRR 212), in which she heads a subproject on individual niche adaptation. Academics from both Münster and Bielefeld universities are working together in InChangE and NC<sup>3</sup>. ‘The exciting thing is that not only biologists are involved in these projects, but also psychologists, philosophers, and physicians—this opens up completely new ways of thinking,’ says Caroline Müller. ■

Our author Hanna Metzen loves to spend time in the countryside. While researching this article, she learned how climate change can affect the entire ecosystem.

# Mit Künstlicher Intelligenz den Stromverbrauch regulieren

## Regulating power consumption with artificial intelligence

**Strom für plötzliche hohe Energieverbräuche zu Verfügung zu haben, ist für Unternehmen teuer. Bielefelder Doktorand\*innen wollen das Problem mithilfe Künstlicher Intelligenz (KI) lösen.**

**Having electricity available for sudden high energy consumption is expensive for companies. Doctoral students from Bielefeld want to solve the problem with the help of artificial intelligence (AI).**

Text: Jan Henning Rogge

Text: Jan Henning Rogge

Für viele produzierende Unternehmen sind sogenannte Lastspitzen, plötzlich auftretende Phasen hoher Energieverbräuche, nicht erst seit der Energiekrise eine finanzielle Last. Der Grund: Durch die plötzlichen Ereignisse wird die Netzinfrastruktur besonders stark beansprucht. Energieversorger lassen es sich gut bezahlen, solche Lastspitzen abzusichern. Die Bielefelder Promovierenden Sarah Schröder, Luca Hermes und Philip Kenneweg wollen solche plötzlich ansteigenden Energieverbräuche künftig besser steuern – und wenn möglich sogar verhindern. Helfen soll dabei Künstliche Intelligenz. Entstanden ist die Idee beim Makeathon des Technologie-Netzwerks „it's OWL“.

Das Projekt ins Rollen gebracht hatte Philip Kenneweg. „Ich habe mitbekommen, dass es diesen Makeathon gibt und fand so ein Konzept schon immer ganz cool“, sagt der Wissenschaftler, der im Rahmen seiner Promotion an der Technischen Fakultät in der Arbeitsgruppe Maschinelles Lernen arbeitet. „Ich habe dann in der Arbeitsgruppe rumgefragt und Luca und Sarah gefunden, die auch mitmachen wollten.“

For many manufacturing companies, so-called load peaks—suddenly occurring phases of high energy consumption—have not just become a financial burden through the energy crisis. The reason is that these sudden events place a particularly heavy load on the grid infrastructure, and energy suppliers charge a high price for managing such load peaks. Three Bielefeld doctoral students, Sarah Schröder, Luca Hermes, and Philip Kenneweg, want to control such sudden increases in energy consumption better in the future—and, if possible, even prevent them. Artificial intelligence should help. The idea was born at the Makeathon of the technology network ‘it's OWL’.

Philip Kenneweg got the project rolling. ‘I heard that this Makeathon was being held, and I always thought that was a cool concept,’ says the scientist, who is working on his doctorate in the Machine Learning Group at the Faculty of Technology. ‘I then asked around in the research group and found Luca and Sarah, who also wanted to take part.’



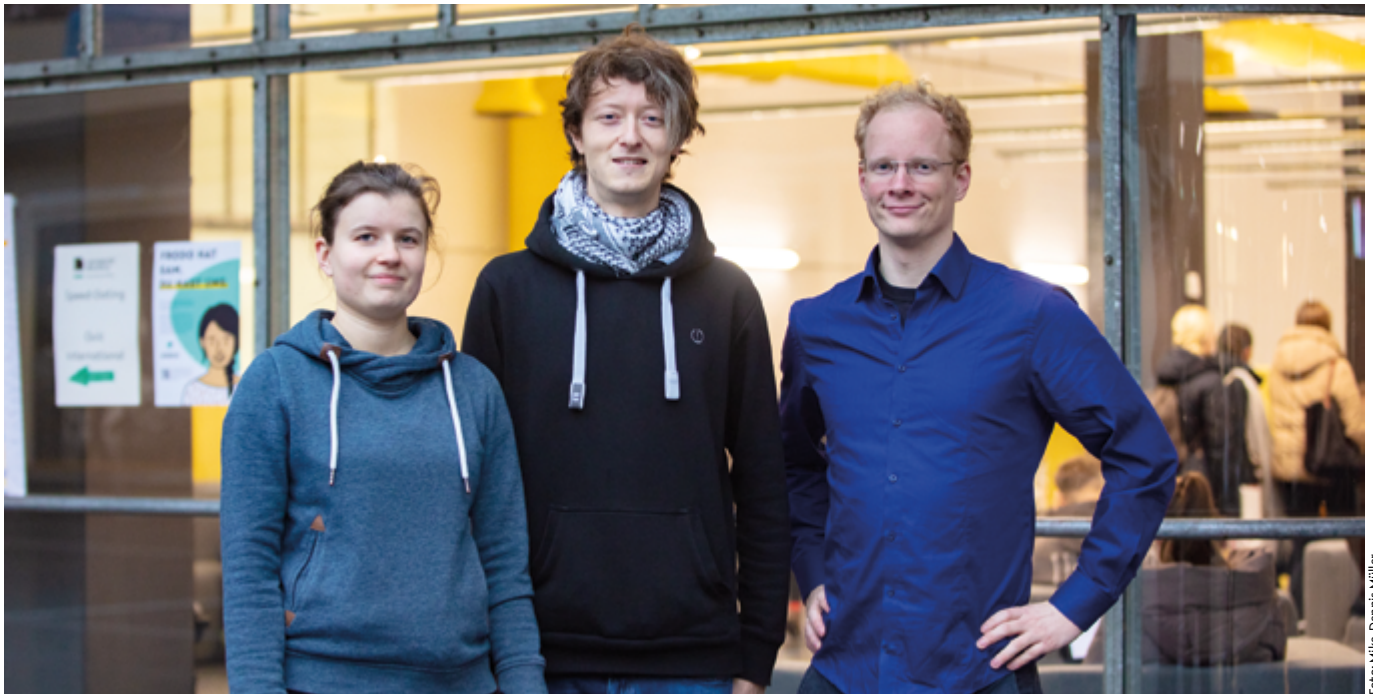


Foto: Mike-Dennis Müller

Sarah Schröder, Luca Hermes und Philip Kenneweg (von links) arbeiten daran, plötzlich ansteigende Energieverbräuche mittels KI vorhersagbar zu machen.

Sarah Schröder, Luca Hermes, and Philip Kenneweg (from left) are working on using AI to make sudden increases in energy consumption predictable.

Das Konzept eines Makeathons: Interessierte widmen sich innerhalb einer vorgegebenen Zeit einem speziellen Problem und versuchen, Lösungen zu entwickeln. Im konkreten Fall stellten Firmen aus OWL Datensätze zur Verfügung, die dann von Teilnehmenden analysiert wurden. „Wir haben uns für Energieverbrauchsdaten der Firmen Hesse Mechatronics und Weidmüller entschieden. Es ging um Ideen, wie sie damit Energie sparen können. Da ist dann unser Energiespar-Management herausgekommen“, sagt Luca Hermes.

„Die Grundidee ist nicht, diese Lastspitzen herauszunehmen, sondern mithilfe von KI vorherzusagen“, erklärt Kenneweg. „Wenn man weiß, wann die Lastspitzen kommen, kann man Maßnahmen treffen, um den Energieverbrauch zu senken.“ Welche Maßnahmen das sind, ist unternehmensabhängig. So könnten andere Produktionsbereiche heruntergefahren werden oder Klimaanlage pausieren. „Im besten Fall kann man so Lastspitzen verhindern.“

Das Konzept der drei Promovierenden gewann den ersten Preis, mit dem Preisgeld von 10.000 Euro kann nun zunächst ausgelotet werden, wie es weitergeht. Angedockt an die Arbeitsgruppe Maschinelles Lernen, soll ein Verbund mit weiteren interessierten Firmen entstehen. „Die Idee ist, dass man das Konzept hier vorantreibt, sodass man darauf basierend ein Start-up gründen kann.“, sagt Sarah Schröder. Das Projekt soll nun mit bis zu einer Million Euro vom Verbund „it's OWL“ gefördert werden. ■

Unser Autor Jan Henning Rogge hat erst mit der aktuellen Energieknappheit vom Thema Lastspitzen gehört. Vor dem Hintergrund der nötigen Energiewende ist er beeindruckt, wie aktuelle Forschung bei der Versorgungssicherheit helfen kann.

The concept of a Makeathon is for interested people to dedicate themselves to a specific problem for a set time and to try to develop solutions. In this specific case, participants analysed data sets given to them by companies from OWL.

‘We chose energy consumption data from the companies Hesse Mechatronics and Weidmüller. It was all about ideas on how they could save energy. That’s where our energy-saving management came from,’ says Luca Hermes.

‘The basic idea is not to get rid of these load peaks, but to predict them with the help of AI,’ Kenneweg explains. ‘If you know when the load peaks are coming, you can take measures to shred loads and reduce energy consumption.’ What those measures are depends on the company. For example, you could shut down other production areas or pause the air conditioning systems. ‘In the best case, this will enable you to prevent peak loads.’

The three doctoral students won first prize with their concept, and they could now use the prize money of 10,000 euros to start exploring how best to proceed. Through ties with the ‘Machine Learning’ research group, the plan is to create a network with other interested companies. ‘The idea is to promote the concept here so that it can serve as a basis for founding a start-up,’ says Sarah Schröder. The project is now going to receive up to one million euros in funding from the ‘it’s OWL’ network. ■

It was the current energy crisis that led our author Jan Henning Rogge to first hear about the topic of peak loads. In light of the need to transform our use of energy, he is impressed by the ways in which current research can help ensure a reliable energy supply.

# „Von Extremen ausgehen, um Unsicherheiten zu bemessen“

## ‘Start from the extremes when measuring uncertainty’

Interview: Insa Vogt

Interview: Insa Vogt

Expert\*innen der Wahrscheinlichkeitstheorie am Institut für Mathematische Wirtschaftsforschung (IMW) der Universität Bielefeld setzen sich mit unsicheren Bedingungen von komplexen Systemen auseinander, um zukünftige Entwicklungen von Finanzprodukten und ihre Risiken möglichst zuverlässig einschätzen zu können. Zu ihnen gehört Juniorprofessor Max Nendel, der am mathematisch ausgerichteten Sonderforschungsbereich (SFB) 1283 der Universität Bielefeld ein Teilprojekt zu Modellunsicherheit leitet.

### Was ist Ihr Ansatz, um besser zu verstehen, wie sich Anlagen im Finanzwesen entwickeln?

In der Finanzmathematik sind die Entwicklungen von Anlagen immer dynamisch, das heißt, sie entwickeln sich über die Zeit hinweg. Ein Musterbeispiel für dynamische Prozesse ist ein Aktienpreis, denn er ist zeitabhängig und zufallsbedingt. Um etwa Risiken von Finanzanlagen zu kalkulieren, arbeite ich mit Dynamiken, welche auf Arbeiten des Mathematikers Andrei Andrejewitsch Markov aus dem 19. Jahrhundert basieren – den Markov-Prozessen. Ihre Besonderheit ist, dass sie eine Vergessenseigenschaft haben. Dies bedeutet, dass wir uns nicht die komplette Vergangenheit eines Finanzprodukts anschauen, um Erwartungen für die Zukunft zu definieren, sondern wir untersuchen den Prozess zu einem bestimmten Zeitpunkt. Der Prozess „vergisst“ die gesamte Vergangenheit. Wie sich ein Aktienkurs entwickelt, ist also nur von momentanen Bedingungen abhängig, nicht von früheren Faktoren. Diese Annahme ist üblicherweise darin begründet, dass sämtliche Informationen aus der Vergangenheit bereits in aktuellen Preisen verarbeitet wurden.

### Sie forschen zu Modellunsicherheit. Wie hängt dies mit Finanzprodukten zusammen?

Ich habe im Januar 2022 ein neues Forschungsprojekt im SFB 1283 übernommen,

Experts in probability theory at Bielefeld University’s Center for Mathematical Economics (IMW) are analysing various forms of uncertainty in complex systems. This should enable them to perform more reliable assessments of future trends in financial products together with the risks they involve. One of these experts is Junior Professor Max Nendel who heads a subproject on model uncertainty at Bielefeld University’s mathematically oriented Collaborative Research Centre (CRC) 1283.

### What approach are you taking to better understand how investments develop in the financial sector?

In financial mathematics, the growth of investments is always dynamic—that is, investments develop over time. A prime example of dynamic processes is a share price, because it is time-dependent and random. To calculate the risks of financial investments, for example, I apply dynamics based on the work of the 19th-century mathematician Andrey Andreyevich Markov: Markov processes. Their special feature is that they are what can be called ‘memoryless’. This means that we do not look at the complete past of a financial product in order to define expectations for the future, but we examine the process at a specific point in time. The process ‘forgets’ its entire past. So, how a share price performs depends only on current conditions and not on past factors. Usually, this assumption is based on the fact that all information from the past has already been factored into current prices.

### You are carrying out research on model uncertainty. How does that relate to financial products?

In January 2022, I took on a new research project at the CRC 1283 that is addressing mathematical solutions for uncertainty and randomness. My project is about measuring



Foto: Norma Langohr

Max Nendel untersucht komplexe Unsicherheiten im Finanz- und Versicherungswesen, um Aussagen über die Risiken zu treffen.

Max Nendel is studying complex uncertainties in finance and insurance in order to predict risks.

das sich mit mathematischen Lösungen für Unsicherheit und Zufall befasst. Es geht darum, Modellunsicherheit zu erfassen. Wenn wir ein Modell entwickeln, legen wir Annahmen zugrunde, die aus mehreren Wertgrößen bestehen, welche unterschiedliche Unsicherheiten aufweisen. Ein solcher Parameter ist zum Beispiel die Volatilität. Sie gibt an, wie stark Preise und Kurse sich innerhalb einer Zeitspanne ändern. Das ist schwer zu schätzen und ist folglich oft unsicher. Ein anderer Parameter hingegen kann relativ genau geschätzt werden – das ist der Drift. Dieser beschreibt üblicherweise den Trend einer Aktie. Wenn wir einen Preis für ein Finanzderivat oder eine Versicherungspolice ausrechnen möchten, müssen wir uns die einzelnen Parameter genau ansehen. Das können bei komplexen Unsicherheiten unendlich viele sein. Die Unsicherheiten bei klassischen Versicherungspolicen sind normalerweise relativ gering, da es ausreichend Daten gibt. Im Bereich Katastrophenrisiko ist die Ausgangssituation eine andere. Es gibt sehr wenig Daten, sodass hier die simultane Betrachtung mehrerer Modelle helfen kann, Risiken besser einzuschätzen.

### Wie lassen sich Unsicherheiten fassbarer machen und Risiken abschätzen?

Unsere Untersuchungen unterstreichen, dass es in vielen Situationen sinnvoll ist, von Extremen auszugehen, um Unsicherheit zu bemessen. Dies führt in der Finanzwelt zu Bewertungen, die beitragen können, die Wahrscheinlichkeit einer Zahlungsunfähigkeit von Institutionen zu reduzieren. In diesem Zusammenhang untersuchen wir komplexe Formen von Unsicherheiten. Ein Beispiel: Nehmen wir an, dass es keinen Zusammenhang zwischen „in Bielefeld fällt ein Stein auf den Boden“ und dem „Aktienpreis von XY“ gibt, so ist es sehr wahrscheinlich, dass diese Annahme richtig ist. Es kann aber auch sein, dass es einen Zusammenhang gibt. Unser Ziel ist es, derartige Zusammenhänge zwischen Risikofaktoren aufzuweichen. Es war ein wesentlicher Fehler in der Weltfinanzkrise 2007, dass gewisse Faktoren fälschlicherweise als unabhängig angenommen wurden. Mittlerweile fordern Aufsichtsbehörden im Finanzwesen, dass Unsicherheiten bezüglich Modellannahmen miteinbezogen werden, um Ausfallrisiken zu reduzieren. ■

Juniorprofessor Dr. Max Nendel (35) ist Experte im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie und Risikomanagement. Seit Januar 2022 leitet der Mathematiker ein Teilprojekt im SFB 1283 „Unsicherheit beherrschen und Zufall sowie Unordnung nutzen in Analysis, Stochastik und deren Anwendungen“. Sein Projekt heißt „Markov'sche Dynamiken unter Modellunsicherheit“.

model uncertainty. When we develop a model, we base it on assumptions about several parameters that each show different uncertainties. One such parameter is the volatility, for example. It indicates how much prices and rates vary within a set period of time. It is difficult to estimate, and is therefore often uncertain. Another parameter, in contrast, can be estimated relatively accurately: that is the drift. It usually describes the trend taken by a stock price. If we want to calculate the price for a financial derivative or an insurance policy, we have to take a close look at the individual parameters. In the case of complex uncertainties, these can be infinite in number. The uncertainties in classical insurance policies are usually relatively low, because there is sufficient data at hand. In the area of catastrophe risk, however, the starting position is different. Since often only little data are available, one way to help assess risks better is to consider several models simultaneously.

### How can uncertainties be made more tangible and risks be better assessed?

Our research underlines that in many situations, it is useful to start from the extremes when measuring uncertainty. In the financial world, this leads to valuations that can help reduce the probability of institutions defaulting. Our research project is investigating complex forms of uncertainty in this context. An example: assume that there is no correlation between ‘a stone falls to the ground in Bielefeld’ and the ‘share price of XY’. This assumption is very likely to be correct. However, there might also be a correlation between the two. Our aim is to weaken these types of relations between risk factors. One major mistake in the 2007 global financial crisis was that certain factors were wrongly assumed to be independent from each other. Nowadays, financial regulators demand that uncertainties about model assumptions should also be included to reduce default risks. ■

Assistant Professor Dr Max Nendel (35) is an expert in the field of probability theory and risk management. Since January 2022, the mathematician has been leading a subproject at the CRC 1283 ‘Taming uncertainty and profiting from randomness and low regularity in analysis, stochastics and their applications’. His project is called ‘Markovian dynamics under model uncertainty’.

# Unpräzise Vorhersagen

**Wissenschaft hat den Ruf, vieles in komplizierte Begriffe zu kleiden – von technischen Apparaturen bis zu theoretischen Konzepten. In „Was kann das?“ erklären Forschende, was hinter solch einem Fachwort steckt. Diesmal: Unpräzise Vorhersagen – erklärt von Dr. Alkistis Elliott-Graves, Juniorprofessorin für Wissenschaftsphilosophie in der Fakultät für Geschichtswissenschaft, Philosophie und Theologie.**

Wir wissen sicher, dass die Erde sich erwärmt. Aber wie stark wird sie sich bis 2030 erwärmt haben? Und wie stark könnte der Meeresspiegel in den kommenden 40 Jahren ansteigen? Ich befasse mich mit Theorien aus den Klimawissenschaften und aus der Ökologie. Solche komplexen Systeme sind faszinierend, aber auch schwierig zu erforschen. Insbesondere ist es schwierig, präzise und genaue Vorhersagen zu machen.

Beim Klima handelt es um ein System, in das viele Faktoren hineinspielen, die sich wechselseitig beeinflussen. Daher geben Forschende oft einen Spielraum für solche Werte an oder nennen Wahrscheinlichkeiten. Dadurch werden die Vorhersagen unpräzise. Eine genaue und präzise Vorhersage wäre, dass es am nächsten Tag um 5.25 Uhr regnen wird. Je präziser eine Vorhersage ist, desto riskanter ist sie auch.

Exakt lassen sich Vorhersagen in den Klimawissenschaften und auch in der Ökologie aber nur selten treffen. Wie stark die Temperatur beispielsweise in welchem Zeitraum ansteigt, hängt von vielen Faktoren ab: Schmelzen die Polkappen ab, erwärmt die Erde sich danach noch schneller, weil das Eis die Wärme nicht mehr reflektiert.

Ich stelle immer wieder fest, dass unpräzise Aussagen auch Auswirkungen darauf haben, wie die Wissenschaft in der Öffentlichkeit wahrgenommen wird. Wenn Menschen hören, dass eine Vorhersage unpräzise ist, dann denken sie zum Beispiel beim Klimawandel, dass die Forschenden es selbst gar nicht so genau wissen. Dass solche Vorhersagen ein großes Maß an Unsicherheit beinhalten, kann also verunsichern. Das macht es auch der Wissenschaft schwer: Es ist leichter, vermeintlich einfachen Antworten oder Erklärungen zu glauben als solchen, die mit Unsicherheiten behaftet sind. Wenn wir nur sagen, dass die Temperatur auf der Erde ansteigt, dann trifft das sehr wahrscheinlich zu – aber es ist keine Aussage darüber, ob es im Juli 2050 in Bielefeld mehr als 35 Grad heiß werden wird. Das können wir eben nicht mit Sicherheit vorhersagen.

Um unpräzise Vorhersagen besser einordnen zu können, ist auch unser Bildungssystem gefordert. Wir sind ungenaue Vorhersagen nicht gewohnt. Die meisten Menschen haben in der Schule gelernt, dass die Wissenschaft zutreffende Aussagen über die Realität macht. Dabei liegt es in der Wissenschaft selbst begründet, dass Theorien sich auch als falsch herausstellen oder unpräzise sein können. Deshalb halte ich es für notwendig, dass wir noch stärker vermitteln, wie Wissenschaft funktioniert. ■

Aufgezeichnet von Maria Berentzen



# Imprecise predictions

**Science has a reputation for dressing up a lot of things in complicated terms—from technical equipment to theoretical concepts. In ‘What's It All About?’, researchers explain what lies behind such technical terms. This time: imprecise predictions—explained by Dr Alkistis Elliott-Graves, assistant professor of philosophy of science in the Faculty of History, Philosophy and Theology.**

We know for sure that the Earth is warming. But how much will it have heated up by 2030? And how much could sea levels rise in the next 40 years? My research field is theories in climate science and ecology. Such complex systems are fascinating, but also difficult to research. It is particularly difficult to make precise and accurate predictions.

Climate is a system in which many factors play a role and influence each other. Therefore, researchers often express such values as a range or they just state probabilities. This makes predictions imprecise. An accurate and precise prediction would be that it will rain at 5.25 a.m. tomorrow. However, the more precise a prediction, the riskier it is.

Nonetheless, predictions can rarely be made precisely in climate science and ecology. For example, how much the temperature rises over what given period of time depends on many factors: if the polar ice caps melt, the earth will warm up even faster, because the ice no longer reflects the heat.

I notice time and time again that imprecise statements also impact on how science is perceived by the general public. When people hear that a prediction is imprecise in, for example, the case of climate change, they think that the researchers themselves don't really know. The fact that such predictions contain a great deal of uncertainty can therefore also be disconcerting. This also makes it difficult for science: it is easier to believe supposedly simple answers or explanations than those that are fraught with uncertainty. If we only say that the temperature on Earth is rising, then that is very probably true—but it is not a statement about whether it will be more than 35 degrees in Bielefeld in July 2050. We cannot predict that with certainty.

Being able to gauge imprecise predictions better is also a challenge for our education system. We are not used to inaccurate predictions. Most people have learned at school that science makes accurate statements about reality. Yet it is inherent in science itself that theories can also turn out to be wrong or imprecise. That's why I think it's necessary for us to teach more about how science works. ■

Recorded by Maria Berentzen



Foto: Yiannis Kokosalakis

Alkistis Elliott-Graves befasst sich mit unpräzisen Vorhersagen und erforscht, in welchem Kontext sie stehen und welche Auswirkungen sie haben.

Alkistis Elliott-Graves focuses on imprecise predictions and studies their context and what impact they have.

Foto: Michael Adamski



Benjamin Gess befasst sich mit mathematischen Strukturen, die die Wechselwirkung von zufälligen Ereignissen und komplexem Verhalten fassen.

Benjamin Gess focuses on mathematical structures that capture the interaction of random events and complex behaviour.

BI.research

# Benjamin Gess berechnet, was kleinste Zufälle anrichten

## Benjamin Gess analyses the impact of randomness on chaos

## Der Mathematiker ist Spezialist für die Analyse von Fluktuationen. Der Europäische Forschungsrat fördert seine Grundlagenforschung dazu mit zwei Millionen Euro.

**The mathematician specializes in the analysis of fluctuations in nonlinear dynamical systems. The European Research Council is providing two million euros in funding for this foundational research.**

Text: Maria Berentzen

Wie lassen sich komplexe Systeme, die vom Zufall getrieben zu sein scheinen, mathematisch erfassen und beschreiben? Wie lässt sich etwa ein Wirtschaftssystem, in dem Menschen miteinander interagieren, in ein mathematisches System übersetzen? Wie kann man beschreiben, dass selbst kleinste Zufälle zu großen Veränderungen in der Klimadynamik führen können? Zu diesen und verwandten Fragen forscht der Stochastiker Professor Dr. Benjamin Gess von der Fakultät für Mathematik.

Der Europäische Forschungsrat (ERC) würdigt seine Arbeit als visionäre Forschung und zeichnet ihn mit dem ERC Consolidator Grant aus. Mit der Zuwendung werden exzellente Forschende gefördert, die ein eigenes Forschungsgebiet oder eine unabhängige Arbeitsgruppe aufbauen wollen. Gess erhält für sein Forschungsvorhaben von dem ERC zwei Millionen Euro über einen Zeitraum von fünf Jahren. Er will mit seinem Team die Wechselwirkungen von Komplexität und zufälligen Effekten in einer mathematischen Struktur erfassen. „Die Förderung kommt genau zum richtigen Zeitpunkt, damit ich mich auf die Entwicklung meines Forschungsgebiets konzentrieren kann“, sagt er.

### Die gesellschaftliche Relevanz im Blick

Benjamin Gess ist Spezialist für stochastische partielle Differentialgleichungen (SPDG). Die Stochastik befasst sich vor allem mit dem Zufall, seinen Gesetzmäßigkeiten und Wahrscheinlichkeiten. Die SPDG sind zentral, um vom Zufall beeinflusste Systeme in der Fluid-, Kontinuums- und Quantenmechanik sowie in technischen Anwendungen zu modellieren.

Sein gefördertes Projekt heißt: Fluktuationen im Kontinuum und konservative stochastische partielle Differentialgleichungen. „In diesem Feld liegen im Moment viele Fortschritte in der Luft“, sagt Gess. Weil sich mit den speziellen Gleichungen Prozesse maschinellen Lernens, Klimasysteme oder auch wirtschaftliche Entwicklungen beschreiben lassen, habe das Thema eine „hohe gesellschaftliche Relevanz und Dringlichkeit“, so der Mathematiker.

Gess ist ebenfalls Leiter eines Teilprojekts im Sonderforschungsbereich „Unsicherheit beherrschen und Zufall sowie Unordnung

Text: Maria Berentzen

How can we use mathematics to capture and describe complex systems that seem to be driven by randomness? How, for example, can we translate an economic system in which people interact with each other into a mathematical system? How can we describe the fact that even the slightest fluctuations can lead to major changes in climate dynamics? Stochastician Professor Dr Benjamin Gess from the Faculty of Mathematics is researching these and related questions.

Recognizing his work as visionary research, the European Research Council (ERC) has awarded him an ERC Consolidator Grant. The grant supports excellent researchers who want to establish their own research area or an independent research team. Gess will receive two million euros over a five-year period from the ERC for his research project. He and his team want to capture the interactions of complexity and random effects in a mathematical structure. ‘The funding comes at just the right time so that I can concentrate on developing this research area,’ he says.

### An eye on societal relevance

Benjamin Gess is a specialist in stochastic partial differential equations (SPDEs). Stochastics deals primarily with randomness, its laws, and its probabilities. SPDEs are central to modeling systems influenced by randomness in fluid, continuum, and quantum mechanics, as well as in engineering applications.

‘Fluctuations in the Continuum and Conservative Stochastic Partial Differential Equations’ is the title of his funded project. ‘At the moment, there is a lot of progress in the air in this field,’ says Gess. Because we can use the special equations to describe machine learning processes, climate systems, or even economic developments, the topic is of ‘great societal relevance and urgency’, says the mathematician.

Gess is also head of a subproject in the Collaborative Research Centre (CRC 1283) ‘Taming uncertainty and profiting from randomness and low regularity in analysis, stochastics and their applications’. His project is about stochastic partial differential equations with conservative noise.

nutzen in Analysis, Stochastik und deren Anwendungen“ (SFB 1283). In seinem Projekt geht es um stochastische partielle Differentialgleichungen mit Größen-erhaltendem Rauschen.

#### **Schmetterlingseffekt und andere komplexe Ereignisse**

Mit diesen speziellen Gleichungen lassen sich Zufälle und Fluktuationen greifbar machen, die es nahezu überall in komplexen Systemen wie beispielsweise dem Weltklima gibt. „Solche Systeme sind einer Fülle von Einflüssen ausgesetzt und hängen von einer Vielzahl von Parametern ab, die in Wechselwirkungen zueinander stehen“, sagt Gess.

Ein Beispiel dafür ist der Schmetterlingseffekt, der besagt, dass der Flügelschlag eines Schmetterlings in Brasilien unter Umständen einen Tornado in Texas auslösen kann. Das Ziel von Gess ist es, solche Zusammenspiele von Wahrscheinlichkeit, Zufall und einem komplexen dynamischen Verhalten besser zu verstehen und sie mathematisch zu beschreiben. „Es geht mir dabei auch darum, neue mathematische Strukturen und Methoden zu entdecken.“ Komplexe Systeme, bei denen Zufälle sich fortschreiben können, spielen außer im großen Maßstab wie dem Klima auch im Mikrokosmos eine Rolle – etwa wenn es um die Frage geht, wie sich Atome in Verwirbelungen in Flüssigkeiten oder Gasen verhalten.

#### **Auf der Suche nach Synergien in der Mathematik**

Professor Dr. Benjamin Gess wurde 2016 an die Fakultät für Mathematik mit dem Schwerpunkt stochastische partielle Differentialgleichungen berufen. Er leitet ebenfalls eine Forschungsgruppe am Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften in Leipzig. „Meine Arbeitsgruppen in Bielefeld und Leipzig arbeiten eng zusammen. Das führt erfreulicherweise immer wieder zu unerwarteten Erkenntnissen.“

Gess hat Mathematik und Informatik in Bonn und Warwick (Großbritannien) studiert und promovierte an der Universität Bielefeld. Seine Doktorarbeit wurde 2012 mit dem Dissertationspreis der Universitätsgesellschaft Bielefeld ausgezeichnet. Als Postdoc arbeitete der Mathematiker an den Universitäten Bielefeld, der Technischen Universität Berlin und der Humboldt-Universität Berlin sowie der University of Chicago (USA).

In seiner Freizeit geht der Wissenschaftler gern ins Theater oder erkundet die Wanderwege rund um Bielefeld zum Joggen und Spaziergehen. „Ich fühle mich in Bielefeld sehr wohl“, sagt er. „Mir gefallen besonders die gelebte Interdisziplinarität an der Universität und das kollegiale Miteinander an der Fakultät

#### **The butterfly effect and other complex events**

These special equations can be used to grasp the randomness and fluctuations that exist almost everywhere in complex systems such as the world's climate. 'These systems are exposed to a myriad of influences and depend on a multitude of parameters that interact with each other,' says Gess.

An example of this is the butterfly effect. This states that the flap of a butterfly's wings in Brazil can, under certain circumstances, trigger a tornado in Texas. Gess ultimately aims to better understand such interactions of probability, randomness, and a complex dynamic behaviour and to describe them in mathematical terms. 'I am also interested in discovering new mathematical structures and methods. Complex systems in which randomness is a dynamic process play a role not only on a large scale such as the climate, but also in mesoscopic regimes—for example, when it comes to the question of how atoms behave in turbulent liquids or gases.

#### **In search of synergies in mathematics**

Professor Dr Benjamin Gess was appointed to the Faculty of Mathematics in 2016 in mathematics, in particular, stochastic analysis. He also heads a research group at the Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences in Leipzig. 'My research teams in Bielefeld and Leipzig work together closely. Happily, this often results in unexpected findings.'

Gess studied mathematics and computer science in Bonn and Warwick (UK) before earning his doctorate at Bielefeld University. His doctoral thesis was awarded the Universitätsgesellschaft Bielefeld [Bielefeld University Society] Dissertation Prize in 2012. As a postdoc, the mathematician worked at Bielefeld University, Technische Universität Berlin, and Humboldt-Universität zu Berlin as well as the University of Chicago (USA).

In his free time, the academic likes going to the theatre or exploring the hiking trails around Bielefeld for jogging and walking. 'I feel very much at home in Bielefeld,' he says. 'I particularly like the interdisciplinarity embraced at the university and the friendly team spirit in the Faculty of Mathematics.' There is a great willingness to do research together. 'Perhaps this also explains why the Faculty of Mathematics is home to no fewer than two Collaborative Research Centres,' says Gess.

He sees great potential for the mathematics of the future in bringing together the core mathematical disciplines—algebra, analysis, geometry, and probability theory. That is why he





Der Europäische Forschungsrat fördert die Forschung von Benjamin Gess mit zwei Millionen Euro.

The European Research Council is providing two million euros in funding for the research conducted by Benjamin Gess.

für Mathematik. „Die Bereitschaft, miteinander zu forschen, sei groß. „Das erklärt vielleicht auch, warum an der Fakultät für Mathematik gleich zwei Sonderforschungsbereiche angesiedelt sind“, so Gess.

Für die Mathematik der Zukunft sieht er großes Potenzial darin, die mathematischen Kerndisziplinen zusammenzuführen – Algebra, Analysis, Geometrie und Wahrscheinlichkeitstheorie. Deswegen hat er mit Kolleg\*innen seiner Fakultät eine neue Forschungsinitiative aufgesetzt, die an Methoden arbeitet, um Synergien zwischen den Teilgebieten zu erschließen. Benjamin Gess ist einer der drei Sprecher\*innen der Initiative, Co-Sprecher\*innen sind der Algebraiker Professor Dr. Christopher Voll und die Zahlentheoretikerin Professorin Dr. Claudia Alfes-Neumann. Gess: „Die Verknüpfung der mathematischen Kerndisziplinen bietet die Chance, die großen Herausforderungen der Mathematik zu bewältigen – darunter die Erforschung der Gleichungen von Yang-Mills, der Beweis der Vermutung von Hodge und das mathematische Verständnis des Maschinellen Lernens. Das ist eine riesige Motivation, daran zu arbeiten, neue Synergien in der Mathematik und ihren Anwendungen ausfindig zu machen.“ ■

Unsere Autorin Maria Berentzen ist freiberufliche Journalistin und findet es spannend, dass sich selbst Dinge, die völlig willkürlich scheinen, mathematisch berechnen lassen.

and colleagues from his faculty have launched a new research initiative that is working on methods to develop synergies between the branches. Benjamin Gess is one of the initiative's three spokespersons together with algebraist Professor Dr Christopher Voll and number theorist Professor Dr Claudia Alfes-Neumann. Gess: 'Linking the core mathematical disciplines provides an opportunity to tackle the great challenges of mathematics—including the study of Yang-Mills equations, proof of the Hodge conjecture, and the mathematical understanding of machine learning. This is a huge motivation to work on finding new synergies in mathematics and its applications.' ■

Our author Maria Berentzen is a freelance journalist and finds it exciting that even things that seem completely arbitrary can be calculated mathematically.

#### ERC Consolidator Grant

The European Research Council funds pure, visionary research. Scientific excellence is the decisive criterion here. ERC Consolidator Grants of up to two million euros are awarded for a period of five years. Those who apply for funding must demonstrate not only the groundbreaking character, but also the ambitiousness and feasibility of their research project.

#### ERC Consolidator Grant

Der Europäische Forschungsrat finanziert grundlagenorientierte, visionäre Forschung. Die wissenschaftliche Exzellenz ist dabei das entscheidende Kriterium. ERC Consolidator Grants werden über einen Zeitraum von fünf Jahren in Höhe von bis zu zwei Millionen Euro vergeben. Wer sich um die Förderung bewirbt, muss nicht nur den bahnbrechenden Charakter des Forschungsvorhabens, sondern auch Ehrgeiz und die Umsetzbarkeit nachweisen.



# Susan G. Pedersen

**Die Historikerin macht mit ihrer Forschung Menschen, Ereignisse und Zusammenhänge sichtbar, die zuvor wenig beachtet wurden. Nun wird sie mit dem Bielefelder Wissenschaftspreis ausgezeichnet.**

**This historian's research highlights people, events, and contexts that have previously received little attention. Now she has received the Bielefeld Science Award.**

Die 1959 in Tokio geborene Kanadierin Susan G. Pedersen forscht und lehrt an der Columbia University in New York. In diesem Jahr ist sie Gastprofessorin an der Cambridge University. Sie ist Fellow sowohl der American Academy of Arts and Science als auch der British Academy. „Susan Pedersen ist eine der weltweit renommiertesten Wissenschaftlerinnen auf dem Gebiet der Globalgeschichte, der Geschichte der europäischen Imperien und des Kolonialismus, der britischen Geschichte sowie der Geschlechtergeschichte, mit einem Schwerpunkt auf dem 19. und frühen 20. Jahrhundert“, sagt Professor Dr.-Ing. Gerhard Sagerer, Rektor der Universität Bielefeld und Vorsitzender der Jury für den Bielefelder Wissenschaftspreis. Der Preis wurde im Juni 2023 an Susan G. Pedersen verliehen. Die Laudatio übernahm Patricia Clavin PhD, Professorin an der University of Oxford. Die Stiftung der Sparkasse Bielefeld lobt den Bielefelder Wissenschaftspreis im Gedenken an den Bielefelder Soziologen Niklas Luhmann aus. Die Auszeichnung wird alle zwei Jahre seit 2004 vergeben und ist mit 25.000 Euro dotiert. ■

Born in Tokyo in 1959, Canadian Susan G. Pedersen teaches and researches at Columbia University in New York. This year, she is a visiting professor at the University of Cambridge. She is a fellow of both the American Academy of Arts and Science and the British Academy. 'Susan Pedersen is one of the world's most renowned academics in the field of global history, the history of European empires and colonialism, British history, and gender history with a focus on the 19th and early 20th centuries,' says Professor Dr.-Ing. Gerhard Sagerer, rector of Bielefeld University and chair of the selection committee for the Bielefeld Science Award. The award is presented to Susan G. Pedersen in June 2023. Patricia Clavin PhD, professor at the University of Oxford, gave the laudatory speech. The Bielefeld Science Award is conferred by the Sparkasse Bielefeld Foundation in memory of Bielefeld sociologist Niklas Luhmann. The award has been presented every two years since 2004 and is endowed with 25,000 euros. ■

Foto: Universität Yaoundé I



## Bruno Lenta Ndjakau

Der Naturstoffchemiker Professor Dr. Bruno Lenta Ndjakau hat sich die Erforschung der afrikanischen Volksmedizin zur Aufgabe gemacht. Sein Ziel ist es, ein kamerunisches Arzneibuch für Pflanzenmedizin zu erarbeiten. Lenta ist der kamerunische Koordinator des bilateralen Graduiertenkollegs Yaoundé-Bielefeld zu Naturwirkstoffen. Für sein wissenschaftliches Schaffen zeichnet ihn die Alexander von Humboldt-Stiftung mit dem Georg Forster-Forschungspreis aus. Der Preis ermöglicht dem Experten der Phytochemie ab März 2023 zwei Forschungsaufenthalte an der Universität Bielefeld. ■

Natural product chemist Professor Dr Bruno Lenta Ndjakau has made it his mission to research African folk medicine. He aims to develop a Cameroonian pharmacopoeia for herbal medicine. Lenta is the Cameroonian coordinator of the Yaoundé-Bielefeld Bilateral Graduate School on natural substances. The Alexander von Humboldt Foundation has recognized his scientific achievements with the Georg Forster Research Award. The award enables the phytochemistry expert to spend two research stays at Bielefeld University as of March 2023. ■

Foto: Universität Bielefeld



## Karin Knorr-Cetina

Die Wissenschaftstheoretikerin Professorin Dr. Karin Knorr-Cetina ist Niklas-Luhmann-Gastprofessorin 2022/23 an der Fakultät für Soziologie. Knorr-Cetina arbeitet in der Wissenssoziologie und Wissenschaftssoziologie. Gegenwärtig forscht sie über künstlich intelligente Wissenschaft sowie über Semi-autonomie als moralische, kulturelle und soziale Form. 2005 richteten die Fakultät für Soziologie und das Rektorat der Universität Bielefeld die Niklas-Luhmann-Gastprofessur ein. Das Ziel: International renommierte Sozialtheoretiker\*innen gewinnen und Studierenden und der Öffentlichkeit ermöglichen, maßgebliche und innovative Theorien direkt kennenzulernen. ■

Academic theorist Professor Dr Karin Knorr-Cetina is the Niklas Luhmann Visiting Professor 2022/23 at the Faculty of Sociology. Knorr-Cetina works in the fields of sociology of knowledge and sociology of science. She is currently researching artificially intelligent science and semiautonomy as a moral, cultural, and social form. In 2005, the Faculty of Sociology and the rectorate of Bielefeld University established the Niklas Luhmann Visiting Professorship. The intention is to attract internationally renowned social theorists in order to offer students and a wider academic and non-academic public the opportunity to become directly acquainted with authoritative and innovative theories. ■

Foto: EvKB/Manuel Bünemann



## Tanja Sappok

Professorin Dr. med. Tanja Sappok hat die neue Professur „Medizin für Menschen mit Behinderung, Schwerpunkt, psychische Gesundheit“ an der Medizinischen Fakultät OWL angetreten. Ebenfalls wurde sie neue Direktorin der neuen Universitätsklinik für Inklusive Medizin am Krankenhaus Mara in Bethel. Hier können Medizinstudierende bereits in ihrer medizinischen Grundausbildung mit Personen mit kognitiver Beeinträchtigung oder schwerer Mehrfachbehinderung in Kontakt kommen und die Spezifika der Behandlung kennenlernen – ein Novum in der deutschen Kliniklandschaft. ■

Professor Dr med. Tanja Sappok has taken up the new professorship of ‘Medicine for People with Disabilities, Focus on Mental Health’ at the Medical School OWL. She has also been appointed director of the new University Clinic for Inclusive Medicine at Mara Hospital in Bethel. Here, medical students can even engage with people with cognitive impairment or severe multiple disabilities during their basic medical training and get to know the specifics of treatment—a premiere in the German hospital landscape. ■





Foto: sebra/stock.adobe.com

Wie können sich Ärzt\*innen besser auf die Herausforderungen chronischer Krankheiten vorbereiten, damit Patient\*innen besser versorgt werden?  
How can doctors better prepare themselves for the challenges of chronic illnesses so that patients receive better care?



# Das richtige Maß an Therapie für chronisch Erkrankte finden

## Finding the right level of therapy for the chronically ill

**Die Behandlung chronischer Krankheiten ist komplex, gerade wenn Menschen mehrfach erkrankt sind – und das ist in einer älter werdenden Gesellschaft immer häufiger der Fall. Professorin Christiane Muth will Ärzt\*innen schon im Studium besser auf die Herausforderungen vorbereiten und die hausärztliche Versorgung stärken.**

**Providing medical care for people with chronic illnesses is complex, especially when multiple health issues coincide—and this is increasingly the case in an ageing society. Professor Christiane Muth wants to prepare doctors better for these challenges during their studies and to strengthen primary care.**

Text: Silke Tornede

Text: Silke Tornede

Asthma, Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Gelenkverschleiß oder Depressionen – die Liste chronischer Leiden ist lang, und mit zunehmendem Lebensalter steigt die Wahrscheinlichkeit, nicht nur eine, sondern mehrere chronische Krankheiten zu haben. „In Deutschland gilt bereits rund die Hälfte der 50-Jährigen als mehrfach chronisch krank, bei den 80-Jährigen sind es etwa 80 Prozent,“ verdeutlicht Professorin Dr. med. Christiane Muth von der Medizinischen Fakultät OWL der Universität Bielefeld die Relevanz des Themas, das in einer alternden Gesellschaft immer wichtiger wird – und für Hausärzt\*innen schon heute eine zentrale Rolle spielt. Denn je länger eine Krankheit dauert, desto länger muss sie auch behandelt werden. „Betroffene gehen häufiger zu Ärzt\*innen und haben einen intensiveren Betreuungsbedarf“, sagt die Internis-

Asthma, diabetes, cardiovascular diseases, joint wear and tear, or depression—the list of chronic illnesses is long; and with increasing age, the probability of having not just one, but several chronic health problems increases. ‘In Germany, about one half of 50-year-olds are estimated to have multiple chronic illnesses already, and among 80-year-olds, it is about 80 per cent’, explains Professor Christiane Muth, MD, from Bielefeld University’s Medical School EWL. She uses this statistic to emphasize the relevance of a topic that is becoming increasingly important in an ageing society and already plays a central role for general practitioners (GPs) today. The earlier an illness begins, the longer it has to be treated. ‘Such patients go to doctors more often and need more comprehensive care,’ says the internist. ‘Nine out of ten consultations in general practice

tin. „Neun von zehn Konsultationen in einer hausärztlichen Praxis entfallen auf mehrfach erkrankte Patient\*innen. Das heißt: Dies ist das Kerngeschäft, und das muss sich auch in Forschung und Lehre widerspiegeln.“

### Über Organ- und Fachgrenzen hinweg

Die Medizinische Fakultät OWL hat ihr Forschungsprofil auf Medizin für Menschen mit Behinderungen und chronischen Erkrankungen ausgerichtet. Ein Schwerpunkt des Medizinstudiengangs liegt in der ambulanten Medizin – chronische Erkrankungen stehen ab dem ersten Semester im Fokus. Christiane Muth, die sich vor allem mit chronischen Mehrfacherkrankungen (Multimorbidität) beschäftigt und die Arbeitsgruppe Allgemein- und Familienmedizin leitet, will angehende Ärzt\*innen früh für die Vielschichtigkeit des Themas sensibilisieren. Sie will Studierenden bewusst machen, dass erlerntes, theoretisches Wissen bei der Behandlung mehrfach Erkrankter immer wieder kritisch hinterfragt und auf den Einzelfall übertragen werden muss. „Es geht darum, das Denken über die Organ- und Fachgrenzen hinaus zu entwickeln und zu verknüpfen“, sagt sie. Denn Multimorbidität sprengt diese Grenzen.

**„Wir können nicht länger ausblenden, dass Patient\*innen zunehmend mehrere Erkrankungen haben.“**

Mehrfach chronisch krank zu sein, heißt, dass nicht nur Verdauungsorgane oder das Herz betroffen sind. Es bedeutet auch, dass Krankheiten sich untereinander beeinflussen können, dass Betroffene oft mehrere Medikamente einnehmen und es zu riskanten Wechselwirkungen kommen kann. Meistens sind mehrere Fachärzt\*innen und Teams in die Behandlung involviert, die Empfehlungen für ihr jeweiliges Spezialgebiet so abstimmen müssen, dass sie nicht mit anderen Therapien kollidieren. „Das

are for patients with multiple illnesses. This is their core business, and it must also be reflected in research and teaching.’

### Across organ systems and specialist boundaries

The Medical School EWL has centered its research profile around medicine for people with disabilities and chronic illnesses. One focus of the medical degree programme is on outpatient medicine—chronic illnesses are emphasized from the first semester onwards. Christiane Muth, who deals mainly with chronic multiple illnesses (multimorbidity) and heads the General and Family Medicine research group, wants to sensitize future doctors to the complexity of the topic at an early stage in their training. She wants to make students aware that when treating people with multiple illnesses, they must take the theoretical knowledge they acquire and always question it critically before applying it to the individual case. ‘It’s about developing and linking their thinking in ways that go beyond organ systems and specialist boundaries,’ she says. Because multimorbidity transcends these boundaries.

**‘We can no longer ignore the fact that patients increasingly have several concurrent illnesses.’**

Having multiple chronic illnesses means that it is not just digestive organs or the heart that are affected. It also means that illnesses can affect each other, that people often have to take several medicines, and that there can be risky interactions. In most cases, several specialists and teams are involved in providing medical treatment, and they have to coordinate their recommendations across specialities so that they do not clash with other therapies. ‘Keeping an eye on all this is challenging,’ says Christiane Muth, who sees GPs in a key position to coordinate cooperation between teams. ‘We see that people often suffer from the fact that clinics, specialists, and family doctors do not communicate well with each other. Good co-



Christiane Muth forscht zu chronischen Mehrfacherkrankungen und arbeitet dabei auch an medizinischen Leitlinien für die hausärztliche Versorgung.

Christiane Muth conducts research on chronic multiple illnesses and also works on medical guidelines for GP care.

alles im Blick zu haben, ist herausfordernd“, stellt Christiane Muth fest und sieht Hausärzt\*innen in einer Schlüsselposition, um die Kooperation der Akteur\*innen zu koordinieren. „Wir sehen, dass Menschen häufig darunter leiden, dass Kliniken, Fach- und Hausärzt\*innen nicht gut miteinander kommunizieren.“ Dabei wäre ein gutes Zusammenspiel wichtig – um die Versorgung der Erkrankten zu verbessern, sie vor zu viel und falscher Medizin zu schützen und letztendlich das Gesundheitssystem zu entlasten und Ressourcen zielgerichteter einzusetzen. Wo Hausärzt\*innen ansetzen können, damit chronisch kranke Patient\*innen medizinisch umfassend versorgt werden, war eines der Leitthemen beim ersten Tag der Allgemeinmedizin im Mai an der Universität Bielefeld.

### Eine Frage der Abwägung

Gerade bei Multimorbidität gehe es darum, Prioritäten zu setzen und gemeinsam mit den Betroffenen auszuloten: Was hat Vorrang? Welche gesundheitlichen Ziele sind wichtig? Was kann die einzelne Person an Therapien überhaupt umsetzen, schon rein zeitlich? Statt „viel hilft viel“ kann am Ende die Erkenntnis stehen: Nicht alles, was medizinisch machbar ist und in einem Fachgebiet empfohlen wird, ist im Einzelfall sinnvoll. Manchmal sei es sogar besser, nichts zu tun oder ein Medikament wegzulassen – weil etwa das Mittel gegen Herzinsuffizienz auch das Sturzrisiko erhöht. Was ist gravierender? „Für ältere Menschen kann ein Sturz fatale Folgen haben“, nennt Christiane Muth einen Punkt, der bei einer Abwägung berücksichtigt werden müsste. In einer Studie über Multimedikation mit den Universitäten Bielefeld, München und Witten/Herdecke erforscht sie derzeit problematische Arzneimittel für ältere Menschen. Die Wissenschaftler\*innen wollen zeigen, dass Multimedikation optimiert werden kann, indem Hausärzt\*innen und Apotheker\*innen zusammenarbeiten und Nutzen und Nebenwirkungen besser bewerten.

Wäre es da nicht hilfreich, wenn sich von vornherein vorhersagen ließe, wer ein Medikament gut verträgt und wer mit Nebenwirkungen rechnen muss? Diese Frage treibt Professor Dr. med. Tilo Grosser um, Experte für Translationale Pharmakologie, die

operation would be important—in order to improve the care of patients, to protect them from either too much or the wrong medicine, and, ultimately, to reduce the burden on the health system and apply resources in a more targeted way. Where GPs can start to ensure that chronically ill patients receive comprehensive medical care was one of the main topics at the first General Practice Day at Bielefeld University in May.

### A balancing act

Particularly in the case of multimorbidity, it is necessary to set priorities and discuss them together with patients: what has priority? Which health goals are important? Which therapies can the individual person actually implement, if only in terms of time? Instead of ‘a lot helps a lot’, the final realization may be that not everything that is medically feasible and recommended in a specialist field makes sense in an individual’s case. Sometimes it may even be better to do nothing or to omit a medication—because the medication for heart failure, for example, also increases the risk of falling. Which is more serious? ‘For older people, a fall can have fatal consequences,’ says Christiane Muth, naming one point that would have to be taken into account when weighing up the options. In a study on multi-medication with the universities in Bielefeld, Munich, and Witten/Herdecke, she is currently researching problematic drugs for older people. The scientists hope to show that multi-medication can be optimized if GPs and pharmacists work together on better evaluating benefits and side effects.

Wouldn’t it be helpful if it were possible to predict from the outset who tolerates a drug well and who is at risk for side effects? This question is on the mind of Professor Tilo Grosser, MD, an expert in translational pharmacology that transitions basic research into practice. The physician is setting up a research group at the Medical School EWL, to study the interaction between metabolic processes and commonly consumed painkillers. Painkillers are often taken over a long period of time—for example, for osteoarthritis or chronic joint and back problems. But they can also increase blood pressure and the risk of a heart attack. Can molecular factors be identified that cause

Grundlagenforschung in die Praxis überträgt. An der Medizinischen Fakultät OWL baut der Mediziner eine Forschungsgruppe auf, die das Zusammenwirken von Stoffwechselvorgängen und Schmerzmitteln untersucht. Schmerzmittel werden zum Beispiel bei Arthrose, chronischen Gelenk- und Rückenleiden häufig über längere Zeit eingenommen. Sie können aber auch den Blutdruck und das Risiko für einen Herzinfarkt erhöhen. Gibt es auf molekularer Ebene Faktoren, die dazu führen, dass diese Nebenwirkungen bei einer Person eher auftreten als bei einer anderen? Was macht den Unterschied aus? Grosser untersucht das Wechselspiel zwischen Medikamentenwirkung und individuellen biologischen Eigenschaften wie genetischer Ausstattung, Immunsystem, dem Mikrobiom des Darms. Der Wissenschaftler will die zugrunde liegenden molekularen Mechanismen besser verstehen und so Therapien sicherer und wirksamer machen, weil sie präziser auf den einzelnen Menschen zugeschnitten werden können. „In der Onkologie ist diese personalisierte Medizin schon weit fortgeschritten. Das wollen wir auch bei chronischen Erkrankungen erreichen.“

Forschungsbedarf gibt es noch an vielen Stellen. So arbeitet Christiane Muth in einem Projekt daran, medizinische Leitlinien weiterzuentwickeln und dabei Faktoren wie Multimorbidität, Geschlecht, Alter oder Migrationshintergrund zu berücksichtigen. Denn in klinischen Studien sind Personen mit Multimorbidität und Ältere meistens ausgeschlossen. Auch Disease-Management-Programme, also strukturierte Behandlungsprogramme für einzelne chronische Erkrankungen, müssten unter dem Aspekt der Multimorbidität überarbeitet werden, fordert Muth. „Wir können nicht länger ausblenden, dass Patient\*innen zunehmend mehrere Erkrankungen haben.“

these side effects in one person but not another? Why exactly do people respond differently to these medicines? Grosser is investigating the interplay between drug effects and individual biological characteristics such as genetic constitution, the immune system, or the gut microbiome. The scientist wants to gain a better understanding of the underlying molecular mechanisms and thus make therapies safer and more effective by tailoring treatment more precisely to the individual person. ‘In oncology, personalized medicine is already relatively advanced. We want to achieve this in chronic illnesses as well.’

There is still a need for research in many areas. Christiane Muth, for example, is working on a project to further develop medical guidelines that take into account factors such as multimorbidity, gender, age, or migration background. This is because people with multimorbidity and older people are usually excluded from clinical studies. Disease management programmes—that is, structured treatment programmes for individual chronic illnesses—also need to be revised in light of multimorbidity, Muth demands. ‘We can no longer ignore the fact that patients increasingly have several concurrent diseases.’

### The aspect of participation

Precisely because chronic illnesses are not curable, good and appropriate treatment management is all the more important to alleviate discomfort, maintain autonomy, and ensure quality of life—in short: to enable participation in social life. ‘This aspect has become increasingly important over the last two decades,’ adds Professor Martin Driessen, MD, director of the Department of Psychiatry and Psychotherapy at the Evangelisches Klinikum Bethel, which is part of the University Hospital EWL.



Tilo Grosser, Experte für Translationale Pharmakologie, will zu besseren, individualisierten Therapien bei chronischen Erkrankungen beitragen.

Tilo Grosser, an expert in translational pharmacology, develops individualized approaches to treating chronic illnesses.





Martin Driessen rückt den Aspekt der Teilhabe in den Fokus. Gesundheitliche Einschränkungen können die Teilnahme am beruflichen und gesellschaftlichen Leben einschränken.

Martin Driessen focuses on the aspect of participation. Health restrictions can limit participation in working and social life.

### Der Aspekt der Teilhabe

Gerade weil chronische Erkrankungen nicht heilbar sind, ist eine gute und angemessene Behandlung umso wichtiger, um Beschwerden zu lindern, Autonomie und Lebensqualität zu erhalten – kurz: um Teilhabe am gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen. „Dieser Gesichtspunkt ist in den letzten zwei Jahrzehnten zunehmend wichtiger geworden“, ergänzt Professor Dr. med. Martin Driessen, Direktor der Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Evangelischen Klinikum Bethel, die zum Universitätsklinikum OWL gehört.

Die Weltgesundheitsorganisation hat ein Modell entwickelt, das erklärt, wie chronisch gestörte Körperstrukturen oder -funktionen bestimmte Aktivitäten beeinträchtigen und damit die Teilhabe am beruflichen, sozialen und kulturellen Leben vermindern können. Das Modell zeigt diesen Zusammenhang auch für chronisch psychische Funktionsstörungen. In Forschungsprojekten widmen Martin Driessen und sein Team sich den Effekten auf Teilhabe. So untersuchen sie in einem Projekt, wie sich Fahrtüchtigkeit – häufig Voraussetzung für Teilhabe – bestimmen lässt. In einer weiteren Studie befassen sie sich damit, wie bei chronisch Kranken eine berufliche Wiedereingliederung statt Frühverrentung gelingen kann. Martin Driessen: „Eine wichtige Frage, die uns außerdem beschäftigt: Sind es tatsächlich alleine die Krankheitssymptome oder sind es vermittelnde Faktoren wie Erinnerungsvermögen, Aufmerksamkeit und andere neurokognitive Funktionen eines Menschen, die über eine gelingende Teilhabe entscheiden?“

The World Health Organization has developed a model that explains how chronically perturbed bodily systems or functions can impair certain activities and thus reduce participation in working, social, and cultural life. The model also shows such an association for chronic mental dysfunction. In their research projects, Martin Driessen and his team are focusing on the effects on participation in activities of daily living. In one project, they are investigating how they can determine driving ability—often a prerequisite for participation. In another study, they are exploring how chronically ill people can be reintegrated successfully into the labour market instead of taking early retirement. Martin Driessen says: ‘An important question that also concerns us is whether it is really the symptoms of the disease alone or is it an impairment of mediating factors such as a person’s memory, attention, and other neurocognitive functions that hinder successful participation?’

Our author Silke Tornede works as a freelance journalist in Bielefeld. She is following the development of the Medical Faculty OWL with great interest.

Unsere Autorin Silke Tornede arbeitet als freie Journalistin in Bielefeld. Den Aufbau der Medizinischen Fakultät OWL verfolgt sie mit großem Interesse.

# Effizientere Bahntechnologie dank neuronaler Netze

## More efficient railway technology thanks to neural networks

BI.research

**Im Innovationsnetzwerk RailCampus OWL forschen Wissenschaftler\*innen der Universität Bielefeld zur Digitalisierung des Güter- und Personenverkehrs und machen die Bahn zukunftsfähig.**

Text: Ludmilla Ostermann

Damit die Verkehrswende gelingen und der Schienenverkehr sein Potenzial voll ausschöpfen kann, bedarf es digitaler Unterstützung. Hier setzt das Innovationsökosystem RailCampus OWL an. Forschende der Universität Bielefeld lassen ihr Know-how einfließen, um den Bahnverkehr effizienter und zuverlässiger zu machen.

Die Pionierstraße in Minden macht ihrem Namen alle Ehre: Hier sollen die Weichen für eine zukunftsfähige Bahn gestellt werden. Auf dem Gelände der DB Systemtechnik GmbH wird künftig zu den Themen Automatisierung, innovative Instandhaltung und vernetzte Transportlogistik geforscht, gelehrt und gearbeitet. Initiatoren des Projekts sind neben der Universität Bielefeld die Technische Hochschule OWL, die Hochschule Bielefeld und die Universität Paderborn sowie Stadt Minden und Kreis Minden-Lübbecke, regionale Firmen wie Wago und Harting und die Deutschen Bahn mit ihren Sparten Systemtechnik und Cargo.

Der Lehrbetrieb läuft bereits. Seit dem Wintersemester werden erste Studierende im Bachelorstudiengang Digitale Bahnsysteme ausgebildet. Und auch wenn die Forschungsarbeit noch

**In the RailCampus OWL innovation network, academics from Bielefeld University are engaged in research on the digitalization of freight and passenger transport to make the railway fit for the future.**

Text: Ludmilla Ostermann

Digital support is needed to ensure that transport policies become more climate friendly and that rail transport can fully exploit its potential. This is where the innovation ecosystem RailCampus OWL comes in. Researchers at Bielefeld University are contributing their know-how to make rail transport more efficient and reliable.

The street named Pionierstraße in Minden lives up to its name: this is where they are paving the way for a sustainable railway system. On the premises of DB Systemtechnik GmbH, research, teaching, and work is being carried out on the topics of automation, innovative maintenance, and networked transport logistics. In addition to Bielefeld University, the initiators of the project are OWL University of Applied Sciences and Arts, Hochschule Bielefeld - University of Applied Sciences and Arts, and Paderborn University together with the city of Minden and the district of Minden-Lübbecke, regional companies such as Wago and Harting, and Deutsche Bahn with DB Systemtechnik und DB Cargo.

Teaching is already underway. Since the winter semester, the first students are being taught in the bachelor's degree



Franz Kummert von der Technischen Fakultät der Universität Bielefeld vertritt die Universität Bielefeld im Vorstand des Vereins RailCampus OWL.

Franz Kummert from the Faculty of Technology represents Bielefeld University on the board of the RailCampus OWL association.

nicht begonnen hat, ist schon jetzt klar, wo die Wissenschaftler\*innen der Universität Bielefeld ihre Kompetenz zum Einsatz bringen wollen: „Auch wenn wir sie auf das System Bahn noch nicht angewendet haben, so haben wir doch reichlich Erfahrung auf dem Gebiet der Intelligenten Technischen Systeme und des Maschinellen Lernens“, sagt Professor Dr.-Ing. Franz Kummert von der Technischen Fakultät der Universität Bielefeld. Er vertritt die Universität Bielefeld im Vorstand des Vereins RailCampus OWL.

**Durch automatisierte Analyse Verschleiß frühzeitig erkennen**  
Schwachstellen erkennen, bevor sie zum Defekt werden – das ist die Herausforderung. Die Universität Bielefeld widmet sich dieser Aufgabe unter anderem in den Laboren des Forschungsinstituts für Kognition und Robotik (CoR-Lab), wenn auch auf einem etwas anderen Gebiet: In einem kürzlich abgeschlossenen Projekt ging es darum, mit künstlichen neuronalen Netzen Flecken auf gemusterter Wäsche zu erkennen. „Es ist ein Unterschied, ob ich Löcher und Flecken auf gemusterter Wäsche detektiere oder den Verschleißzustand eines Rades“, sagt Kummert. „Die Methoden, die zum Einsatz kommen, sind aber letztendlich dieselben und lassen sich auf das System Bahn übertragen.“

Das Prinzip der Fleckererkennung ist einfach: Betrachten wir Menschen ein Bild, stechen uns gewisse Bereiche zuerst ins Auge. Das sind die sogenannten salienten Bereiche, spezielle Objekte, die sich von der Umgebung abheben, wie etwa ein rotes Objekt vor blauem Himmel. „Die Idee war, neuronale Netze für die Saliencerkennung auch auf gemusterter Wäsche einzusetzen, denn schließlich fällt auch ein Fleck auf gemusterter Wäsche ins Auge. Er ist ein salienter Bereich“, erklärt Kummert.

Bis die neuronalen Netze in der Lage sind, die Flecken selbständig zu erkennen, ist zeitintensive Vorarbeit nötig: „Ich brauche Tausende Bilder mit Flecken, auf denen ich diese Fleckbereiche händisch einzeichnen muss, damit sie erkannt werden.“

programme Digital Railway Systems. And although research work has not yet begun, it is already clear where the academics from Bielefeld University want to use their expertise: ‘Even if we have not yet applied it to the railway system, we have plenty of experience in the field of intelligent technical systems and machine learning,’ says Professor Franz Kummert from Bielefeld University’s Faculty of Technology. He represents Bielefeld University on the board of the RailCampus OWL association.

#### Using automated analysis to detect wear and tear at an early stage

Identifying weak points before they become defects—that is the challenge. One place where Bielefeld University is devoting itself to this task is in the laboratories of the Research Institute for Cognition and Robotics (CoR-Lab)—albeit in a somewhat different field. One recently completed project aimed to use artificial neural networks to detect stains on patterned laundry. ‘There is a difference between detecting holes and stains on patterned laundry and detecting the state of wear in a wheel,’ says Kummert. ‘But the methods that are applied are ultimately the same and can be transferred to the railway system.’

The principle of spot recognition is simple. When we humans look at a picture, certain areas catch our eye first. These are what are known as the salient areas: special objects that stand out from their surroundings such as a red object against a blue sky. ‘The idea was to use neural networks for saliency detection on patterned laundry as well, because after all, a stain on patterned laundry also catches the eye. It is a salient area,’ Kummert explains.

Time-consuming preparatory work is necessary before the neural networks are able to recognize the stains independently: ‘I need thousands of images containing stains on which I have to manually highlight the stain areas so that

Obwohl das Training aufwendig ist: Das Verfahren der visuellen Inspektion von Objekten mithilfe von neuronalen Netzen kann auch bei der Wartung von Zügen Anwendung finden. Etwa dann, wenn es darum geht, den Zustand eines Bremsbelages zu überprüfen. Kummert sieht in der sogenannten prädikativen Wartung einen wichtigen Beitrag, um die Bahn als Verkehrsmittel attraktiver zu machen: „Die Wahrscheinlichkeit von Fehlern sinkt und macht den Ablauf zuverlässiger und effizienter.“

### Mit Automatisierung gegen den Personalmangel

Ein weiterer großer Teilbereich des Forschungsprojekts ist die Automatisierung des Güter- und Personenverkehrs. Die Vision: ein vollautonomer Schienenverkehr, denn wer mehr Züge auf die Schiene bekommen möchte, muss ein sich selbst organisierendes Bahnsystem an den Start bringen. „Dafür bedarf es etwa einer Umfelderkennung, die sicherstellt, dass der Zug auf dem richtigen Gleis fährt und das Gleis frei von Hindernissen ist.“ Auch hier kommen neuronale Netze zum Einsatz: Mit ihnen entwickeln Wissenschaftler\*innen des CoR-Labs multi-sensorielle Plattformen für die automatisierte Erkennung von Menschen, Objekten und der Umgebung.

Und nicht nur das: Sie forschen an lernfähigen Robotersystemen, die kosteneffizient für die Voll- oder Teilautomatisierung in der Montage oder Intralogistik eingesetzt werden können. „Auf das System Bahn übertragen, können wir unsere Expertise also auch beim Be- und Entladen von Gütern einbringen, etwa mit unserer Forschung zu Roboterarmen“, sagt Kummert. ■

Unsere Autorin Ludmilla Ostermann hat oft darüber nachgedacht, wie Künstliche Intelligenz unsere Art der Fortbewegung verändert. Seit der Recherche zu diesem Artikel weiß sie, dass auch bei der Bahn noch viel möglich ist.

they can be recognized.’ Although training is time-consuming, the method of visually inspecting objects with the help of neural networks can also be used for train maintenance: for example, when it comes to checking the condition of a brake lining. Kummert sees so-called predictive maintenance as an important contribution to making the railway a more attractive means of transport: ‘The probability of errors decreases and makes the whole process more reliable and efficient.’

### Using automation to counter staff shortages

Another major field of the research project is the automation of freight and passenger transport. The vision is to have fully autonomous rail transport, because if you want to get more trains on the tracks, you have to get a self-organizing rail system off the ground. ‘This requires, for example, environmental perception to ensure that the train is on the right track and that the track is free of obstacles.’ Here as well, neural networks come into play: academics at the CoR Lab use them to develop multisensory platforms for the automated recognition of people, objects, and the environment.

And not only that: they are researching adaptive robot systems that can be used cost-effectively for full or partial automation in assembly or intralogistics. ‘Transferred to the railway system, we can therefore also contribute our expertise to the loading and unloading of goods, for example with our research on robot arms.’ ■

Our author Ludmilla Ostermann has often thought about how artificial intelligence is changing the way we get around. Since researching this article, she knows that much is still possible for railways as well.



Foto: Patrick Pollmeier/Hochschule Bielefeld (HSB)

Forschende der Universität Bielefeld tragen am RailCampus dazu bei, den Bahnverkehr effizienter und zuverlässiger zu machen.

At the RailCampus, researchers from Bielefeld University are helping to make rail transport more efficient and reliable.



# Neue Orientierung für ein altes Fach

## New direction for an old subject

Text: Martin Löning

Mit einem Reformpaket ging am 12. April 1973 die siebte Bielefelder Fakultät, die Fakultät für Geschichtswissenschaft, an den Start. Sie entwickelte sich zu einer der renommiertesten Geschichtsfakultäten Deutschlands. Die „Neuorientierung eines alten Fachs“ (Reinhard Koselleck) im Rahmen der Reformuniversität Bielefeld sah eine interdisziplinäre, theorie-, sozial- und wissenschaftsgeschichtliche Geschichtswissenschaft vor. Die Bielefelder Historiker entwarfen ein Konzept für die Geschichtswissenschaft als von theoretischer Reflexion begleiteter historischer Sozialwissenschaft. Die Überwindung der traditionellen Epochenenteilung Antike - Mittelalter - Neuzeit zugunsten des Epochenmodells Vormoderne - Moderne oder Lehrstühle wie „Theorie der Geschichte“ waren Neuerungen, die bald unter dem Begriff „Bielefelder Schule“ bekannt wurden.

Einen Beitrag dazu leisteten Forscherpersönlichkeiten der Planungs- und Aufbauphase wie die Professoren Dr. Jürgen Kocka, Dr. Reinhart Koselleck, Dr. Hans-Ulrich Wehler und andere, die die neue Fakultät bald national wie international zu einem Aushängeschild der jungen Universität machten.

Im Zuge der Integration der Abteilung Bielefeld der Pädagogischen Hochschule Westfalen-Lippe in die Universität Bielefeld am 1. April 1980 wurde eine Neustrukturierung der Fakultäten notwendig. Das Ergebnis war die Auflösung der Drillingsfakultät Pädagogik, Philosophie und Psychologie und die Gründung einer neuen Fakultät mit den zwei Abteilungen Geschichtswissenschaft und Philosophie am 1. März 1980. Zum Wintersemester 2002/03 kam als dritte und kleinste Abteilung die Theologie hinzu. ■



Foto: Rainer Seutter von Loetzen

Die Fakultät für Geschichtswissenschaft ging 1980, sieben Jahre nach ihrer Gründung, mit der Philosophie zusammen. Ein Bild der damaligen Feier zeigt Fakultätsmitglieder und Gäste (von links): die Professoren Neithard Bulst (Dekan der neuen Fakultät), Friedrich Fulda, Reinhart Koselleck, Erich-Christian Schröder, Jürgen Kocka, Ulrich Wehler und Rektor Karl Peter Grottemeyer.

In 1980, seven years after its foundation, the Faculty of History merged with the Faculty of Philosophy. A photo of the opening ceremony shows faculty members and guests (from left to right): the professors Neithard Bulst (Dean of the new faculty), Friedrich Fulda, Reinhart Koselleck, Erich-Christian Schröder, Jürgen Kocka, Ulrich Wehler, and Rector Karl Peter Grottemeyer.

Text: Martin Löning

With a wide-ranging set of reforms, the seventh Bielefeld Faculty, the Faculty of History, was launched on 12 April 1973. It soon developed into one of Germany's most renowned history faculties. The 'reorientation of an old subject' (Reinhard Koselleck) within the framework of Bielefeld's new reform university provided a more interdisciplinary, theoretical, social, and scientific interpretation of history. The subject of history was conceptually redefined to be a historical social science accompanied by theoretical analysis. Innovations such as transcending the traditional epochal classification into Antiquity, the Middle Ages, and the Modern Period in favour of the epochal model of the pre-modern and modern eras or Chairs such as Theorie der Geschichte [theory of history] or Sozialgeschichte [social history] soon became synonymous with the term 'Bielefeld School'.

A significant contribution to this came from the outstanding researchers involved in the planning and development phase such as Jürgen Kocka, Reinhart Koselleck, and Hans-Ulrich Wehler. They soon ensured that the new faculty became a national and international flagship of the young university.

The integration of the Bielefeld section of the Pädagogische Hochschule Westfalen-Lippe [teacher-training college] into Bielefeld University on 1 April 1980 called for a reorganization and restructuring of the faculties. One of the outcomes was to close down the triple faculty of Education, Philosophy, and Psychology and to set up a new faculty with the two Departments of History and Philosophy on 1 March 1980. ■

**Was Wissenschaftler\*innen der  
Universität Bielefeld bewegt.**

**What concerns Bielefeld  
University's academics.**

# Zeitenwende Watershed moments

Zeitenwenden sind Momente der Neu- und Umorientierung. Die wenigsten von uns haben einen solchen Angriff erlebt, wie ihn Russland gerade gegen die Ukraine führt. Wir spüren die Auswirkungen politischer Entscheidungen, wie zum Beispiel höhere Energiepreise und eine erhöhte Inflation aufgrund des Angriffskrieges und der daraus resultierenden Politik gegenüber Russland. Wir müssen Sachverhalte neu bewerten, die zuvor als gut und erstrebenswert galten.

Was eine Zeitenwende ausmacht, ist auch eine Frage der Perspektive: Bundeskanzler Olaf Scholz nutzt den Begriff, um den starken Wandel bei Themen wie Bundeswehr, Waffenlieferungen und Energiepolitik zu legitimieren. In den USA hingegen war die politische Debatte in der letzten Dekade geprägt von der These, dass die Welt sich wieder in eine Ära des Wettbewerbs der Großmächte bewegt, mit mehr Spannungen und Konflikten zwischen den mächtigsten Staaten. Ein Krieg wie der in der Ukraine markiert dann keine Zeitenwende, sondern ist Bestätigung dieser These. Aus Sicht Russlands und Chinas hat der Westen mit Druck und Gewalt seine eigene Ordnungsvorstellung der Welt durchgesetzt. Die Welt bewege sich nun Richtung Multipolarität. In diesem Narrativ gibt es mehrere Staaten mit ähnlichem Machtpotenzial.

Erzählungen schaffen Handlungsräume und prägen so unsere Wahrnehmung von Ereignissen. Olaf Scholz möchte den von Putin angestoßenen Wandel aufhalten und gleichzeitig verhindern, dass Weltpolitik zu stark über die Erzählung eines neuen Kalten Krieges gedacht wird. Es geht aber auch langfristig um viel mehr: ob militärische Macht auf Dauer wieder wichtiger wird, ob Großmächte mehr oder weniger kooperieren – all das hängt davon, wie der aktuelle Wandel erzählt wird.

Im Sonderforschungsbereich 1288 „Praktiken des Vergleichens“ untersuche ich weltpolitischen Wandel. Eine zentrale Frage: Wie nutzen Staaten Erzählungen des Machtwandels politisch für sich? Diese Narrative schaffen politische Visionen und setzen Themen auf die Agenda. Das Narrativ der Zeitenwende ist in Deutschland ein Paradebeispiel, weil es militärische Macht – und damit die Bundeswehr – wieder stärker betont. ■

Aufgezeichnet von Ludmilla Ostermann

Themenseite der Universität Bielefeld zum Krieg in der Ukraine:  
[uni-bielefeld.de/ukraine](https://uni-bielefeld.de/ukraine)



Foto: Philipp Ottendörfer

Politikwissenschaftler Dr. Thomas Müller ist Akademischer Oberrat an der Fakultät für Soziologie und arbeitet unter anderem im Sonderforschungsbereich 1288 „Praktiken des Vergleichens“.

Political scientist Dr Thomas Müller is a senior lecturer [Akademischer Oberrat] at the Faculty of Sociology who also works in the Collaborative Research Centre 1288 'Practices of Comparing'.

Watersheds are moments of reorientation. Few of us have ever experienced the kind of attack that Russia is currently waging on Ukraine. Higher energy prices and increased inflation arising from this war of aggression make us aware of the effects of political decisions vis-à-vis Russia. We have to re-evaluate what was previously considered good and worth striving for.

What constitutes a watershed moment is also a question of perspective: German Chancellor Olaf Scholz uses the term to legitimize the strong shift in issues such as the Bundeswehr, arms deliveries, and energy policy. In the United States, in contrast, the political debate over the past decade has been dominated by the theory that the world is moving back into an era of great power competition, with more tensions and conflicts between the most powerful states. A war like that in Ukraine does not mark a watershed, but rather confirms this theory. In Russia and China, the view is that the West has imposed its own conception of the world order through threat and coercion, but that the world is now moving towards multipolarity, with several states having considerable power.

Narratives create opportunities for action and thus shape our perception of events. Olaf Scholz wants to halt the change initiated by Putin and, at the same time, prevent world politics from being thought of excessively in terms of a new Cold War narrative. However, it is also about much more in the long term: whether military power will permanently become more important again, whether great powers will cooperate more or less—this all depends on how the current change is narrated.

In the Collaborative Research Centre 1288 'Practices of Comparing', I investigate world political change. One central question is: How do states use narratives of changing power relations for their own political interests? These narratives create political visions and put issues on the agenda. The narrative of a watershed moment is a key example in Germany because it places renewed emphasis on military power—and thus on the Bundeswehr. ■

Recorded by Ludmilla Ostermann

Bielefeld University's topic page on the war in Ukraine:  
[uni-bielefeld.de/ukraine](https://uni-bielefeld.de/ukraine)



Sie forschen zu Familiengründung mittels Eizelle über Wolken aus geladenen Teilchen bis hin zur Gehirnaktivität beim Sport: die neuen Preisträger\*innen der Universitätsgesellschaft Bielefeld. In einer Feierstunde erhielten sie die Preise für die besten Doktorarbeiten der Universität. Ausgezeichnet wurden Dissertationen, die im Jahr 2022 abgeschlossen wurden.

Die Preisträger\*innen und ihre Themen:  
[bit.ly/41cT85s](https://bit.ly/41cT85s)

They are researching starting a family with an egg donation, across clouds of charged particles, to brain activity in sports: the new award winners of the Bielefeld University Society. A ceremony was held in which they received awards for the best doctoral theses at the university. The awards were presented for dissertations completed in 2022.

The award winners and their topics:  
[bit.ly/3GWEojv](https://bit.ly/3GWEojv)

## Impressum

### Herausgeber:

Referat für Kommunikation der Universität Bielefeld

### Redaktion:

Jörg Heeren (Koordination und Redaktionsleitung),  
 Moritz Schmidt-Degenhard, Julia Bömer, Norma Langohr,  
 Jana Haver, Julia Homburg, Dr. Kristina Nienhaus;  
 Bildredaktion: Peter Hoffmann und Johanna Ostmann

### Autor\*innen dieser Ausgabe:

Maria Berentzen, Martin Löning, Hanna Metzen,  
 Ludmilla Ostermann, Jan Henning Rogge,  
 Silke Tornede, Insa Vogt

### Übersetzungen:

Marian Hahn, Jonathan Harrow

### Korrektur:

Hartmut Breckenkamp

### Designkonzept:

CDLX GmbH, Isa Soysal  
 Oranienstraße 183, 10999 Berlin  
[cdlx.de](https://cdlx.de)

### Layout:

Büro Paschetag, Tina Paschetag  
 Arndtstraße 24, 33615 Bielefeld  
[bueropaschetag.de](https://bueropaschetag.de)

### Druck:

Bonifatius GmbH  
 Karl-Schurz-Straße 26, 33100 Paderborn  
[bonifatius-druckerei.de](https://bonifatius-druckerei.de)

### Anzeigen:

Marlies Läge-Knuth, Tel. 0521 106-4147  
[marlies.laage-knuth@uni-bielefeld.de](mailto:marlies.laage-knuth@uni-bielefeld.de)

### Auflage dieser Ausgabe: 3.000

### Anschrift von Redaktion und Vertrieb:

Referat für Kommunikation der Universität Bielefeld  
 Medien und News  
 Postfach 10 01 31, 33501 Bielefeld  
 Tel. 0521 106-4170, [bi.research@uni-bielefeld.de](mailto:bi.research@uni-bielefeld.de)  
[uni-bielefeld.de/biresearch](https://uni-bielefeld.de/biresearch)

ISSN 1863-8775



# Wer kennt die Folgen der Digitalisierung für Ihren Arbeitsplatz?

**it's owl**

Wie verändert die Digitalisierung Ihr Arbeitsumfeld? Welche neuen Berufe und Tätigkeitsfelder entstehen? Wir geben Antworten – als Spitzencluster mit über 200 Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Das Technologie-Netzwerk Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe: [www.its-owl.de](http://www.its-owl.de)

© Photo: Alto / Sigrid Olsson / Getty Images

Gefördert durch:

Ministerium für Wirtschaft,  
Industrie, Klimaschutz und Energie  
des Landes Nordrhein-Westfalen

