RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN

Schwerpunkt Sprache

SO PRÄGEN DIE MEDIEN DEN RUHRDIALEKT

WARUM ENGLISCH NICHT GLEICH ENGLISCH IST

SPRACHE BESSER VERSTEHEN IM LÄRM

#27 Jahrgang

Nr. 1 | 2017

RUB

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB ALUMNI
DAS NETZWERK FÜR EHEMALIGE

- Nehmen Sie wieder Kontakt auf – mit der Ruhr-Universität und mit Ihren Weggefährten aus RUB-Zeiten.
- Lesen Sie regelmäßig Neuigkeiten von der RUB und erhalten Sie Einladungen zu unseren Veranstaltungen für Alumni.
- Erhalten Sie die RUB-Publikationen Rubens und Rubin im Abo.
- Bringen Sie sich ein und geben Sie Ihr Wissen und Ihre Erfahrung an heutige Studierende weiter.

Wir laden Sie herzlich ein! → **www.rub.de/alumni**

Foto: Katja Marquard

AUS DER REDAKTION

Normalerweise treffen wir die meisten unserer Interviewpartner für die Rubin-Beiträge auf dem Campus. Für das aktuelle Heft ist die Redaktion allerdings mal richtig weit herumgekommen. In Hamm, knapp 70 Kilometer von Bochum entfernt, haben wir RUB-Wissenschaftler besucht, die in der dortigen der Ruhr-Universität angeschlossenen Klinik ADHS bei Kindern untersuchen. Obwohl fernab vom Campus, kam aber doch gleich ein bisschen Heimatgefühl auf, als schon auf den Schildern vor dem Eingang der RUB-Schriftzug zu sehen war.

Ebenfalls ein Gefühl von Zusammengehörigkeit entwickelt sich übrigens durch eine gemeinsame Sprache. Die ist gar nicht so selbstverständlich, wie ein Blick nach Afrika zeigt. In Nigeria beispielsweise gibt es 500 bis 600 verschiedene Sprachen! Das ist nur ein spannender Aspekt, der uns bei unseren Recherchen für den Themenschwerpunkt „Sprache“ über den Weg gelaufen ist. Mehr davon erfahren Sie beim Durchstöbern dieses Heftes. Dabei wünschen wir Ihnen wie immer viel Spaß.

Raffaela Römer für das Redaktionsteam

RUBIN IM NETZ

Alle Rubin-Artikel im Newsportal der RUB:
news.rub.de/rubin

INHALT

03 **Aus der Redaktion**

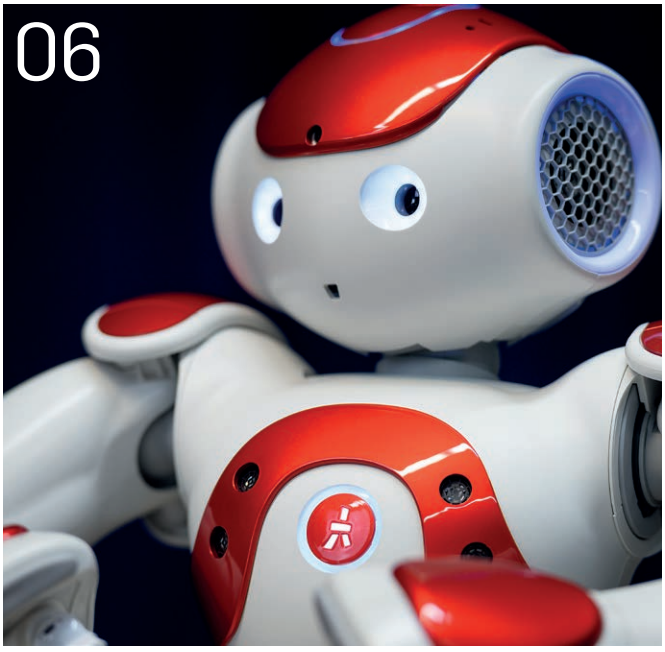
06 **Forschung in Bildern**

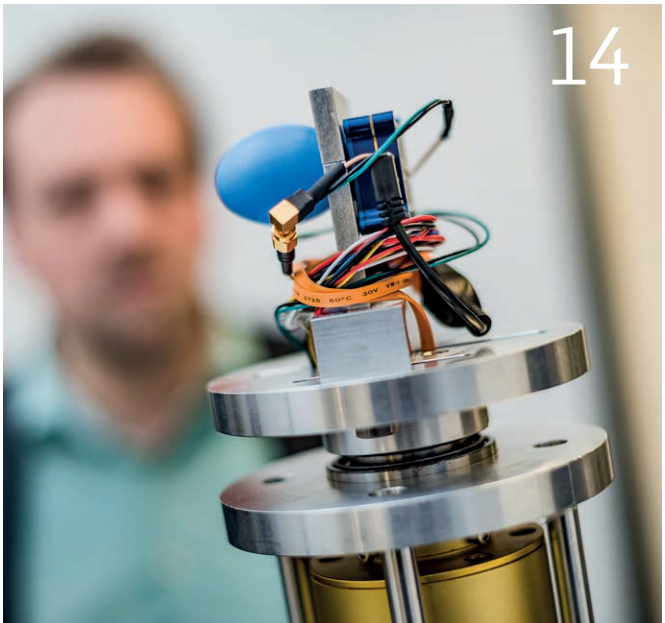
12 **Wissenshäppchen**

14 *Blindenradar · Unterwegs*
Folgen Sie dem Ton

18 *Medizin*
Seltene Muskelkrankheit entdeckt

22 *Astrochemie*
Kam das Leben aus dem All?





26 *Schwerpunkt*
SPRACHE

28 *Sprachwissenschaft*
Englisch verbindet

31 *Sprachwissenschaft · Im Gespräch*
Ist das Standard-Englisch in Gefahr?

32 *Volkswirtschaftslehre · Im Gespräch*
Abgeschottet von den angrenzenden Disziplinen

35 *Volkswirtschaftslehre · Standpunkt*
Mathematik als Sprache reicht nicht aus

36 *Elektrotechnik*
Verständliche Sprache trotz lauter Umgebung

40 *Ruhrdeutsch*
Bei uns is dat ne Mantaplatte! Oder?

45 *Latein*
Von der Weltsprache zum Analyse-instrument

48 *Neurowissenschaft*
Wenn verschiedene Gehirne sprechen

51 *Neurowissenschaft · Im Gespräch*
Wissenschaft und Mysterium

52 *Aus der Praxis*
Was tun gegen Schwerhörigkeit im Alter?

54 *ADHS*
Manche Kinder leiden doppelt und dreifach

58 *Tunnelbau*
Navigieren unter der Erde

62 **Redaktionsschluss**

SPRACHE STATT FUSSBALL

Roboter Nao kommt in vielen Forschungsfeldern zum Einsatz. Wissenschaftler tragen mit ihm sogar Fußballturniere aus, bei denen die besten Programmierer gewinnen. An der RUB ist Nao allerdings nicht sportlich unterwegs. Bochumer Ingenieurinnen und Ingenieure untersuchen, wie sie seine Spracherkennung verbessern können. Naos Problem: Seine Ohren liegen direkt neben großen Lüftern. Sie verursachen Störungen, die herausgefiltert werden müssen. Eine Herausforderung, die die Forscher auch in anderen Bereichen beschäftigt. Mehr dazu ab Seite 36.

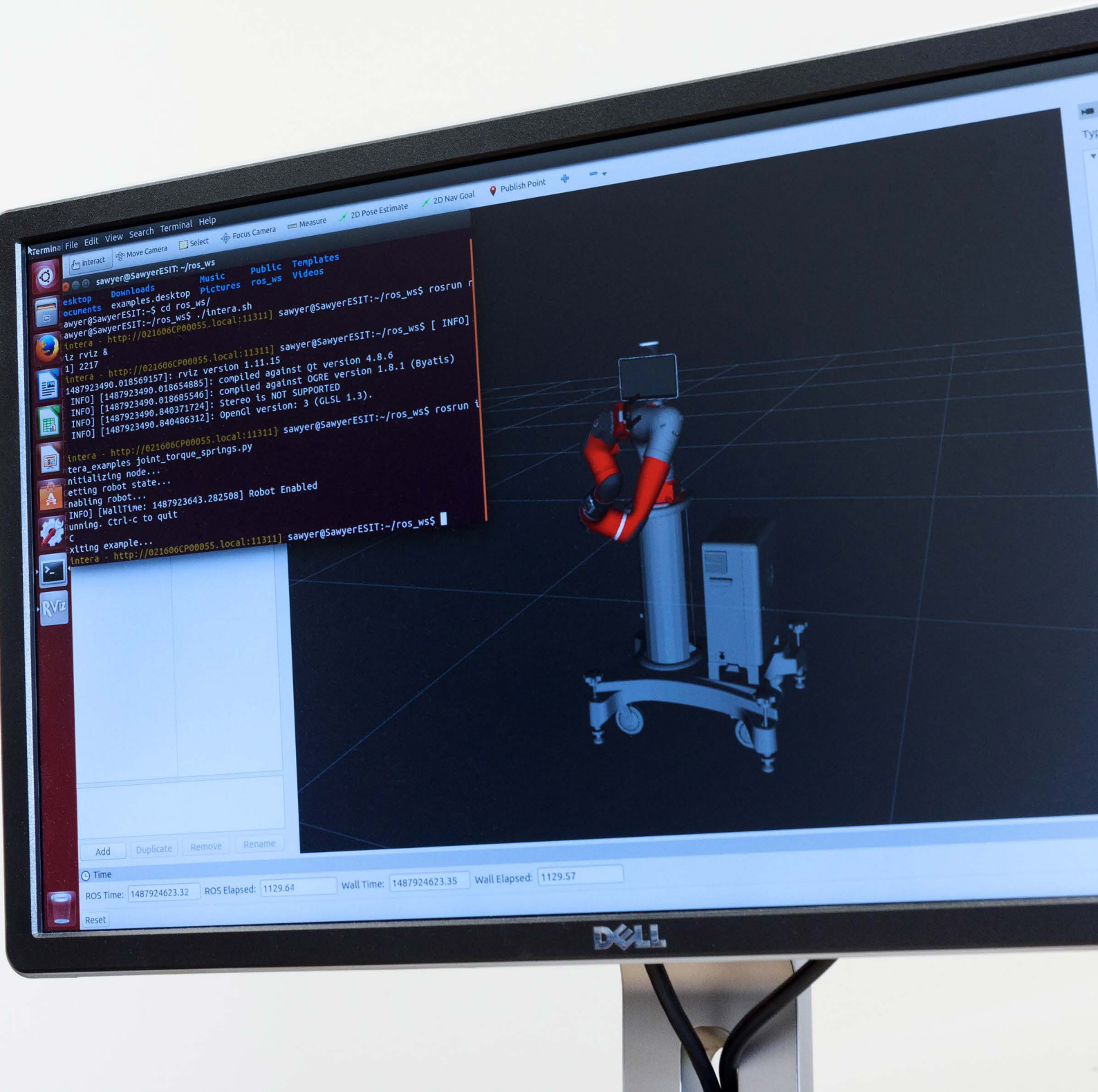
(Foto: rs)

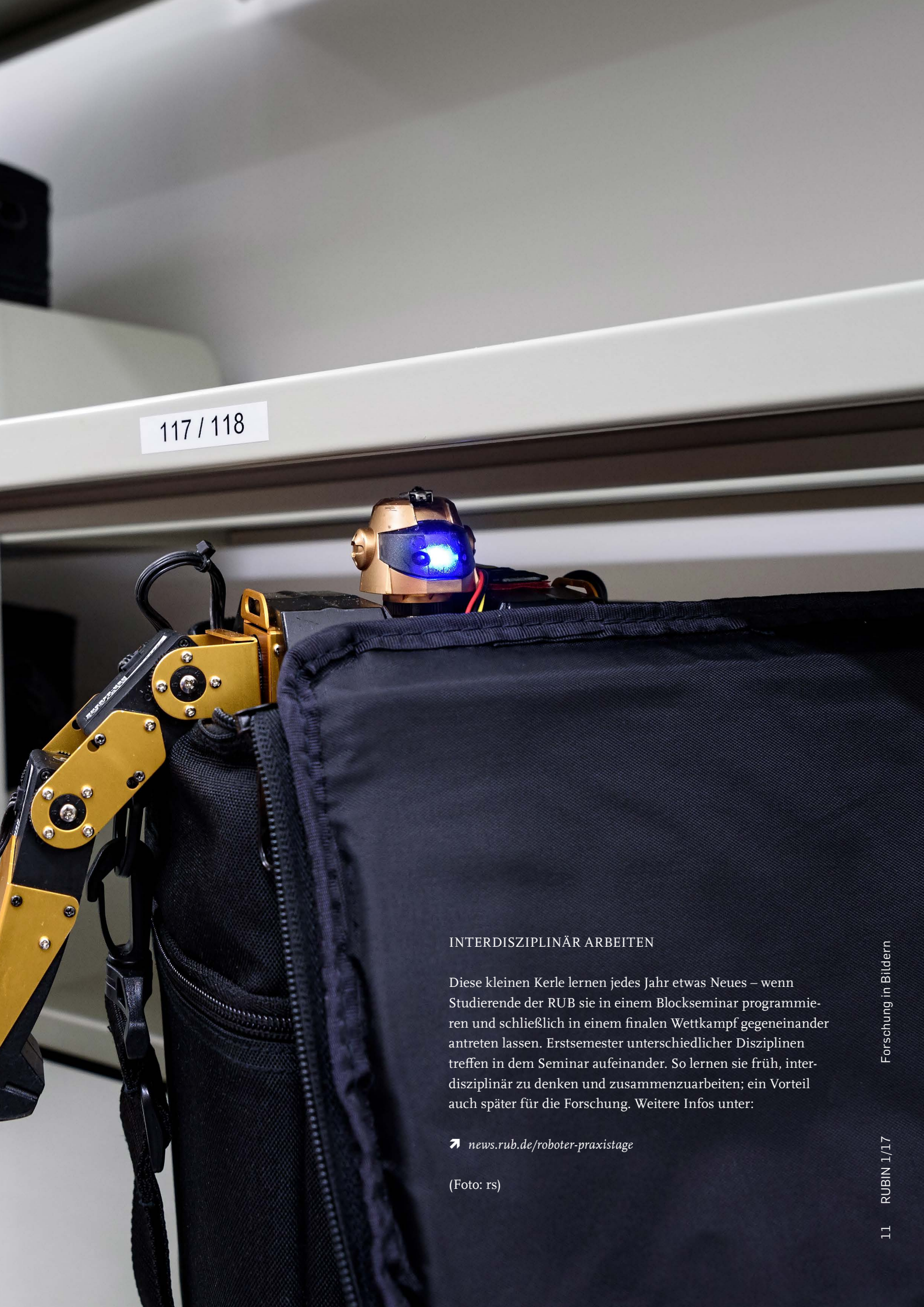
MENSCHEN UND MASCHINEN

Dieser Roboter namens Sawyer kommt eigentlich in der Industrie zum Einsatz. Aber ein Exemplar gibt es auch an der RUB. Bochumer Ingenieure erforschen, wie man den Roboter effizient programmieren kann, um zum Beispiel sichere Mensch-Maschine-Interaktionen zu ermöglichen. Im ersten Schritt lernt Sawyer „Vier gewinnt“ zu spielen. Warum? Mehr dazu unter:

↗ *news.rub.de/sawyer*

(Foto: rs)





INTERDISZIPLINÄR ARBEITEN

Diese kleinen Kerle lernen jedes Jahr etwas Neues – wenn Studierende der RUB sie in einem Blockseminar programmieren und schließlich in einem finalen Wettkampf gegeneinander antreten lassen. Erstsemester unterschiedlicher Disziplinen treffen in dem Seminar aufeinander. So lernen sie früh, interdisziplinär zu denken und zusammenzuarbeiten; ein Vorteil auch später für die Forschung. Weitere Infos unter:

↗ *news.rub.de/roboter-praxistage*

(Foto: rs)

1.101 DURCH ZUCHT ENTSTANDENE SORTEN VON GARTENERBSEN WAREN ANFANG 2017 BEI DER EU-KOMMISSION REGISTRIERT.

WOHER KOMMT DER NAME KICHERERBSE?

Am Weltlachtag ist gute Laune selbstverständlich erwünscht. Aber man kann sie nicht erzwingen. Kann die Kichererbse vielleicht helfen?

Am 7. Mai 2017 ist Weltlachtag. Da soll diese Frage einmal erlaubt sein: Woher hat die Kichererbse eigentlich ihren ungewöhnlichen Namen? Kann sie uns durch irgendeinen ausgeklügelten biologischen Effekt zum Lachen bringen – oder zumindest ein kitzelndes Gefühl auslösen? Und wie passt das mit der englischen Bezeichnung Chickpea zusammen?

Weder mit dem Kichern noch mit Küken hat die Erbse etwas zu tun, erklärt Prof. Dr. Thomas Stützel, Leiter des Lehrstuhls für Evolution und Biodiversität der Pflanzen an der RUB. „Angeblich leitet sich die deutsche Bezeichnung vom lateinischen Artnamen Cicer arietinum ab“, so der Biologe. Dieser könne wiederum auf das hebräische Wort „kikar“ zurückgehen, das „rund“ bedeutet. „Schwieriger ist zu erklären, was an der Form der Kichererbse so besonders sein soll“, sagt Stützel. „Schließlich sind andere Erbsen auch rund.“ Schaut man sich jedoch die ganze Frucht an, also die Erbsen mit der umschließenden Hülse, kommt man der Antwort vielleicht näher. „Die Hülsen der Kichererbse enthalten nur ein bis zwei Samen und sind viel eiförmiger, also viel rundlicher, als die Gartenerbse oder Linse, deren Früchte lang und flach sind“, erzählt der Forscher. Die englische Bezeichnung Chickpea hat wohl den gleichen Ursprung wie die deutsche Bezeichnung, hat also nichts mit Chicken, Hühnchen, zu tun. Möglicherweise, so nimmt Thomas Stützel an, ist der Begriff durch einen Stille-Post-Effekt entstanden.

Kichererbsen sind übrigens nicht näher mit den grünen Erbsen verwandt, die ebenfalls häufig auf unseren Tellern landen – nicht zuletzt, weil sie ernährungstechnisch einen besonders guten Ruf genießen. In der Tat, so erklärt Thomas Stützel, sind Erbsen unheimlich proteinreich. Für alle, die wenig oder gar kein Fleisch essen, sind sie eine wichtige Eiweißquelle. Den guten Leumund haben Erbsen laut Stützel vermutlich auch der Tatsache zu verdanken, dass sie bei uns schon länger als Kulturpflanzen im Einsatz sind als die aus der neuen Welt eingeführten Bohnen. Auch Linsen werden schon lange kultiviert, aber sie können die Erbsen im Hinblick auf den ernährungsphysiologischen Wert nicht ausstechen. Und noch etwas verhilft der Erbse zu Ruhm: Gregor Mendel führte einst seine weltbekannten Vererbungsexperimente mit ihnen durch.

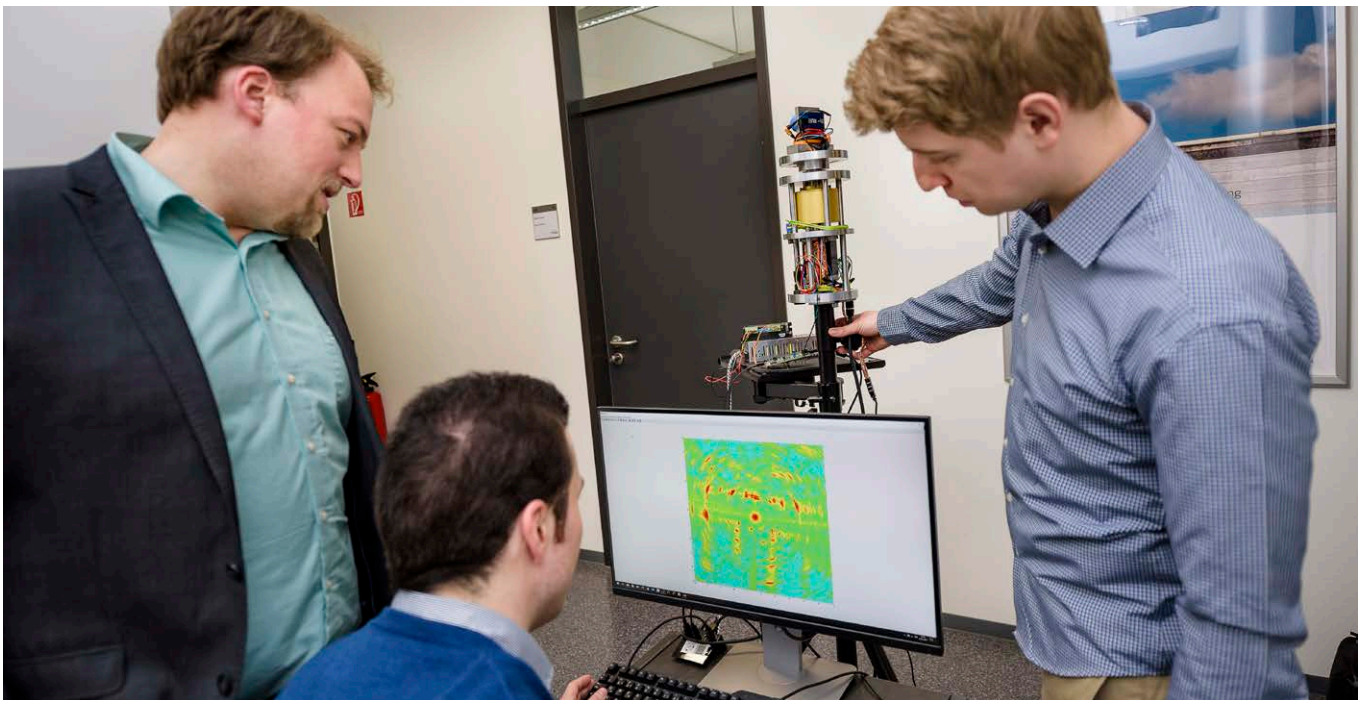
jwe

Unterwegs mit dem Blindenradar

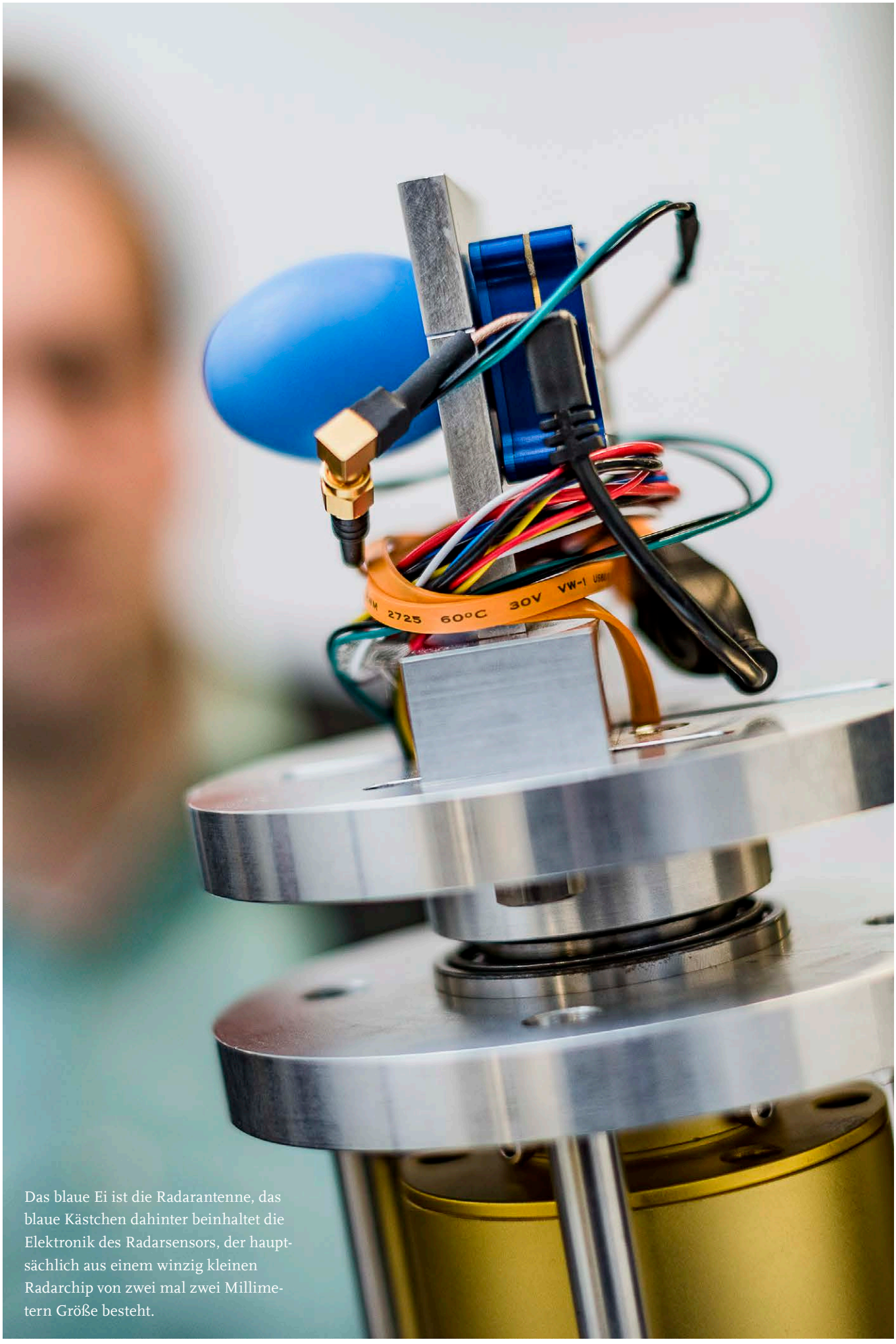
FOLGEN SIE DEM TON

Die Welt wie eine Fledermaus wahrnehmen und sich ohne Seheindrücke sicher orientieren: Für Sehbehinderte wäre das eine große Hilfe. Ingenieure arbeiten daran.

Ein zarter Ton wie eine angezupfte Saite ist mein einziger Halt im Raum. Mit geschlossenen Augen, die Ohren unter einem Kopfhörer, manövriere ich mein virtuelles Ich per Knopfdruck durch einen verwinkelten digitalen Flur. In kurzen Abständen erklingt der Ton vor mir. Per Knopfdruck bewege ich mich einen Schritt darauf zu. Jetzt erklingt der Ton ein wenig weiter links. Ich wende mich ihm ein kleines Stück zu, sodass er wieder in der Mitte vor mir ist. Noch ein Schritt. Er bleibt in der Mitte. Ein weiterer Schritt.
So lotst mich der Ton zuverlässig durch den Gang. Ich ecke nicht an, laufe nicht vor eine Wand. Allmählich gewinne ich an Zutrauen und gehe zügiger. Zu zügig anscheinend – ein Warnton erklingt. Stehenbleiben, neu orientieren. Ton in der Mitte vorn, weiter.
Ich bin überrascht, wie intuitiv das System funktioniert, denn die Einweisung von Privatdozent Dr. Gerald Enzner vom Institut für Kommunikationsakustik war bewusst knapp. Zusammen mit Christoph Urbanietz hat er in einem schalltoten Raum im Keller des Gebäudes ID heute den sogenannten Sonifikationssimulator aufgebaut. „Wir machen das gerne hier, weil wir hier abgeschirmt sind von der Umgebungsakustik, sodass man sich in dieser vorläufigen Entwicklungsphase erst einmal nur auf den leitenden Ton konzentrieren kann“, erklärt er. Diesen Ton, die angezupfte Saite, hat Christoph Urbanietz ausgesucht – er sei einfach eine intuitiv gute Wahl gewesen, erzählt er augenzwinkernd. In zweierlei Hinsicht ein Glücksgriff, denn zum einen ist er kurz und besonders gut zu orten. Zum anderen ist er angenehm und einladend. Er nervt nicht. Daher wendet man sich ihm gerne zu und folgt ihm. Der Warnton dagegen ist schräg und abweisend.
Hinter dem Tonsignal, das eines Tages Blinde durch unbekanntes Terrain lotsen soll, steckt eine Menge Technik, die noch ausgearbeitet, verfeinert, verkleinert werden muss. Das planen die Forscher im Projekt Ravis-3D, das etwas länger als ein halbes Jahr läuft. Der Sonifikationssimulator setzt einen virtuellen Grundriss in Tonsignale um. Rückmeldung über die Bewegungen des Nutzers bekommt er über einen Bewegungssensor auf dem Kopfhörer und durch ein Zeigeinstrument, über das man pro gedachtem Schritt einen Knopfdruck macht. Später wird sich der Träger des Systems selbst im ech- ▸

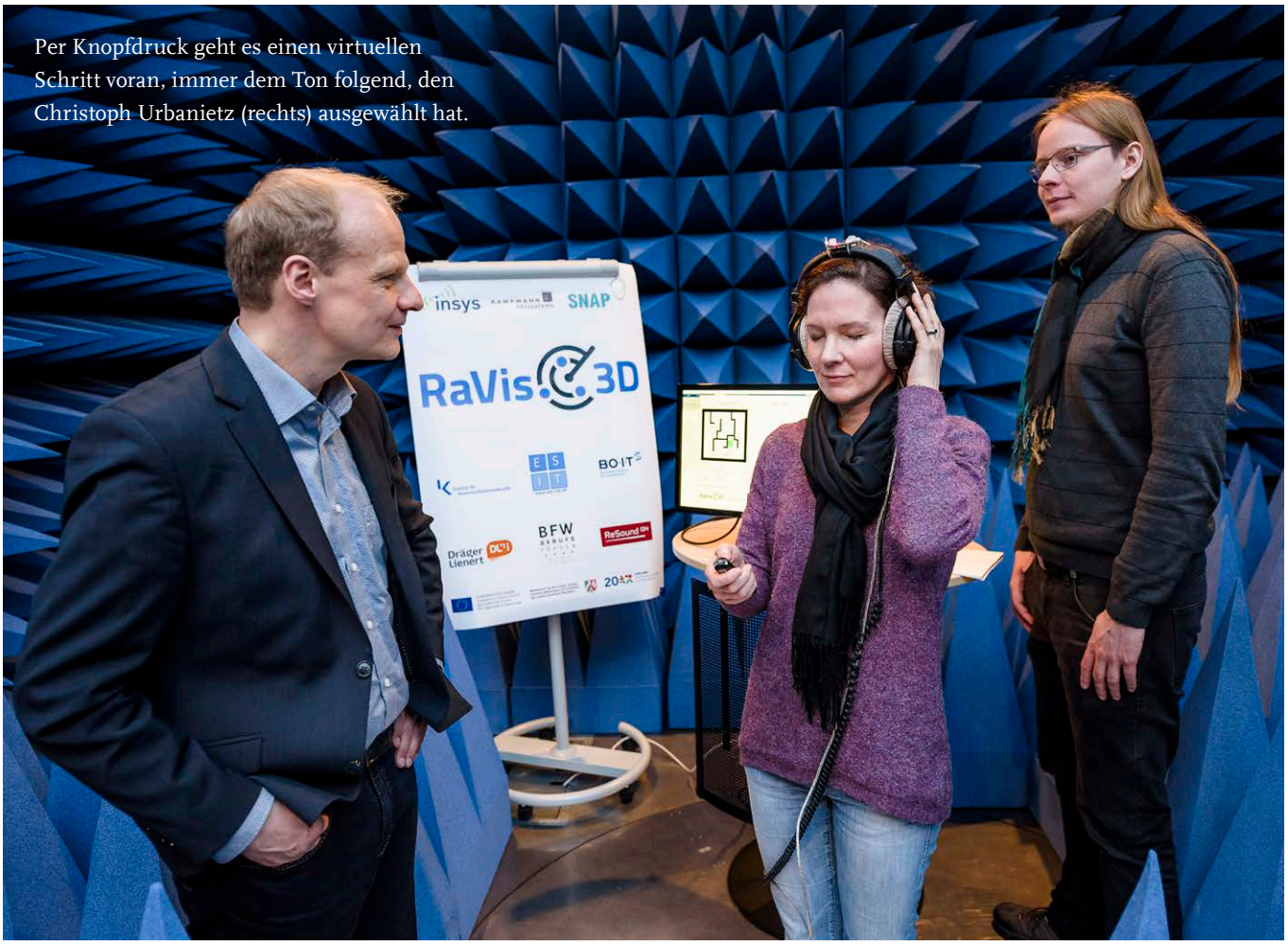


Auf hellgrünem Grund ist die Form des Flurs in Rot und Gelb erkennbar. Nils Pohl (links) erklärt die dicken roten Flecken als Gegenstände, die besonders gut reflektieren. Patrick Kwiatkowski (Mitte) und Alexander Orth justieren das Stativ.



Das blaue Ei ist die Radarantenne, das blaue Kästchen dahinter beinhaltet die Elektronik des Radarsensors, der hauptsächlich aus einem winzig kleinen Radarchip von zwei mal zwei Millimetern Größe besteht.

„Folgen Sie einfach dem Ton“, erklärt Gerald Enzner. Der virtuelle Grundriss ist auf dem Monitor dargestellt. Der Nutzer ist ein roter Punkt, das Ziel ein grünes Kästchen.



Per Knopfdruck geht es einen virtuellen Schritt voran, immer dem Ton folgend, den Christoph Urbanietz (rechts) ausgewählt hat.

ten Raum bewegen, und seine Bewegungen werden über Sensoren erfasst werden. Der virtuelle Grundriss, auf dem die Tonerzeugung basiert, entsteht dann durch die Abtastung der Umgebung mittels Radar. Das Prinzip habe ich ein paar Etagen höher in einem Flur des Gebäudes ID schon besichtigen können. Hier hat das Team von Prof. Dr. Nils Pohl vom Lehrstuhl Integrierte Systeme ein mannshohes Stativ aufgebaut, auf dem sich eine komplizierte Vorrichtung ständig um sich selber dreht und dabei leise Zwitschergeräusche macht. Wie mir Nils Pohl erklärt, sind die meisten Komponenten der Apparatur nur dafür zuständig, den oberen Teil zu drehen. Die damit befassten Elektromotoren erzeugen das Geräusch. „Das eigentlich Interessante ist der Radarsensor ganz oben. Er befindet sich auf einem Mikrochip und ist nur zwei mal zwei Millimeter groß“, sagt Pohl.

Das kleine blaue Ei ist eine Radarantenne, dahinter in einem blauen Kästchen der Sensor. Ihn haben die Bochumer Ingenieure entwickelt, und mit ihm haben sie noch viel vor. Kleiner soll er werden, und er soll es ermöglichen, das für die Orientierung im Raum notwendige Blickfeld ohne Eigendrehung der Antenne zu erfassen. Ob man dafür einen Blickwinkel von 30 oder 60 Grad oder noch einen ganz anderen braucht, muss noch näher untersucht werden. Sicher ist, dass das gesamte System schließlich in einem Stirnband, einer Brille oder im Knauf eines Taststocks Platz finden soll.

Auf dem Monitor eines angeschlossenen Computers ist zu sehen, wie die durch Radarmessung erzeugte Repräsentation unserer Umgebung hier aussieht. Auf überwiegend grünlichem Grund sind Muster in Rot und Gelb zu erkennen. Sie stellen Gegenstände dar, die die vom Radar ausgesandten elektromagnetischen Wellen reflektieren, sodass sie der Sensor wieder empfängt.

„Der Fleck hier bin ich“, zeigt Nils Pohl, und macht einen Schritt zur Seite. Mit der nächsten Drehung des Radarsystems, mit der sich das Bild erneuert, bewegt sich auch sein Punkt auf dem Bildschirm ein Stück. Die Wände sind als unregelmäßige Reihen von unförmigen Flecken erkennbar. Verdickungen sind zum Beispiel Türrahmen. „Metall reflektiert so gut, dass es stärker dargestellt wird“, erklärt Nils Pohl.

Ursprünglich andere Anwendung geplant

Eigentlich haben es die Forscher mit ihrem Radarsystem auf ganz andere Anwendungen abgesehen. Sie haben zum Beispiel Füllstandsmesssysteme für Industrietanks entwickelt und Komponenten für selbstfahrende Autos. Dabei kam dem Lehrstuhlmitarbeiter Timo Jaeschke die Idee, die Technik als Orientierungshilfe für Sehbehinderte einzusetzen.

Schon jetzt, noch ganz zu Anfang der dreijährigen Projektlaufzeit, fasziniert die Idee – nicht nur mich, sondern auch viele Medienvertreter, die schon zu Besuch waren. „Dabei werden wir erst in zwei Jahren so weit sein, dass wir wirklich etwas zeigen können“, sagt Nils Pohl.

Bis dahin steht dem Team noch viel Arbeit bevor. Zahlreiche Fragen, nicht nur technischer Art, sind noch offen. Die Simulation zum Beispiel funktioniert wie ein Navigationssystem. Mein Ton kann mich nur lotsen, weil er weiß, wohin ich will. Was aber, wenn ein sehbehinderter Mensch irgendwo aus dem Bus steigt und nicht weiß, wo es lang geht? „Daran arbeiten wir“, sagt Gerald Enzner.

Text: md, Fotos: dg

PROJEKT RAVIS-3D

INFO

Ravis-3D wird seit Sommer 2016 für drei Jahre von der Europäischen Union und dem Land Nordrhein-Westfalen mit insgesamt 1,8 Millionen Euro gefördert. 1,36 Millionen Euro davon gehen an die RUB. Beteiligt sind drei Lehrstühle – der Lehrstuhl für Eingebettete Systeme, der Lehrstuhl für Integrierte Systeme und das Institut für Kommunikationsakustik – und mehrere Industriepartner.

Projektwebseite: ravis-3d.de

Anzeige

SELTENE MUSKELKRANKHEIT ENTDECKT

Nach der Ursache für diese Krankheit mussten die Bochumer Mediziner gründlich suchen. Und auch jetzt sind noch viele Fragen zu den zugrunde liegenden Mechanismen offen.

Muskelschwäche in den Beinen, ein unsicherer Gang, die ständige Gefahr zu stolpern – solche Symptome sind üblich für Menschen mit Muskelerkrankungen. Auf den Patienten, der mit diesen Beschwerden ins Universitätsklinikum Bergmannsheil kam, passte aber keine der bekannten Diagnosen. Eine ausführliche Untersuchung durch die Bochumer Mediziner ergab schließlich, dass sie es mit einer neuen Krankheit zu tun hatten.

„Wir haben sehr viel Zusatzdiagnostik gemacht", erzählt Prof. Dr. Matthias Vorgerd von der Neurologischen Klinik Bergmannsheil, „aber wir konnten das verantwortliche Gen oder Protein am Anfang nicht eingrenzen." Da weitere Familienmitglieder des Patienten betroffen waren, gingen die Ärzte von einer vererbbaren Erkrankung aus; sie stießen mit Privatdozentin Dr. Sabine Hoffjan von der Abteilung für Humangenetik der Ruhr-Universität detailliertere genetische Analysen an – und wurden fündig. Das Gen BICD2 war bei allen Betroffenen verändert. Die Ursache bestätigte sich später in einer zweiten erkrankten Familie.

BICD2 war zuvor schon als Krankheitsauslöser bekannt gewesen – allerdings hatte noch niemand ein BICD2-Syndrom beschrieben, das sich in einer veränderten Skelettmuskulatur geäußert hatte. Stets war das Problem vom Nervensystem ausgegangen. Nun sahen die Mediziner einen deutlichen Befall der Unter- und Oberschenkelmuskulatur, während im Nervensystem keine relevanten Veränderungen erkennbar waren. Dieser neuen Muskelkrankheit wollte Matthias Vorgerd genauer auf den Grund gehen. „Es ist wichtig, die Krankheit möglichst gut zu beschreiben, um Aussagen zum Vererbungsgang, zum Verlauf und zu den Optionen für eine Therapie machen zu können", erklärt der Neurologe. Er zog die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Wolfgang Linke vom Bochumer Institut für Physiologie hinzu.

Die Physiologen um Dr. Andreas Unger analysierten die Zellen aus den Biopsien betroffener Patienten mit verschiedenen Labortests. Unter anderem fertigten sie hochauflösende elektronenmikroskopische Aufnahmen an. Sie offenbarten starke Veränderungen in der normalerweise sehr geordneten Muskelstruktur. Myofibrillen, die Bausteine der Muskelfasern, waren degeneriert. Aber auch manche Zellorganellen waren von der Krankheit betroffen. Die Mitochondrien, die Kraftwerke der Zellen, hatten eine andere Form als im gesunden Zustand, und der Golgi-Apparat, eine Art Poststelle für Proteine, war größer und zerklüfteter als normalerweise.

Aber wie löst der Defekt im Gen BICD2 all diese Veränderungen in der Zelle aus? „Es ist noch zu früh für eine eindeutige Antwort", sagt Andreas Unger. Klar ist, dass das Gen einen Bauplan für ein Protein enthält, das entscheidend für zelluläre Transportprozesse ist. „Transportprozesse in Muskelzellen sind so eine Art Schwarzes Loch, man weiß bislang nur ▸

> „WAHRSCHEINLICH GIBT ES EINE SCHWERE KRANKHEITSFORM, DIE SCHON BEI DER GEBURT AUSGEPRÄGT IST."
>
> *Matthias Vorgerd*

Auf Zehenspitzen zu laufen ist für Patienten mit ausgeprägter muskulärer BICD2-Krankheit nicht mehr möglich. Sie bewegen sich im Watschelgang fort.

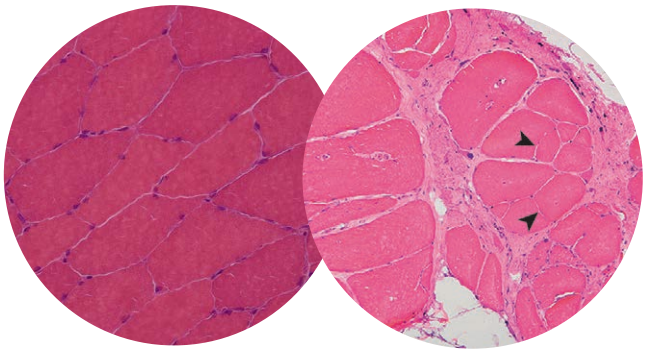
Mit dem Elektronenmikroskop kann Andreas Unger die krankhaften Veränderungen der Muskelstruktur im Detail sichtbar machen.

sehr wenig über sie“, so Unger. Soll eine Fracht innerhalb der Zelle transportiert werden, wird sie dazu in ein Membranbläschen verpackt und von einem beweglichen Motorprotein befördert. Das BICD2-Protein fungiert als Adapter zwischen der zu transportierenden Fracht und dem Motorprotein. Es bestimmt mit, welche Fracht transportiert wird und wohin, und es reguliert die Geschwindigkeit des Motorproteins. Vieles über die physiologische Funktion von BICD2 ist aber noch nicht erforscht, etwa welche Fracht es überhaupt transportiert. Daher kann Andreas Unger bislang nur spekulieren, wie sich der Gendefekt auf die Transportprozesse auswirkt. „Die dreidimensionale Struktur des BICD2-Proteins ist bekannt, es sieht aus wie ein dreiteiliges Klappmesser“, beschreibt er. „Um die Fracht aufzunehmen, muss es entfaltet werden. Denkbar wäre, dass das Protein aufgrund der Mutation nicht mehr richtig aufklappt. Das ist aber nur eine Hypothese.“

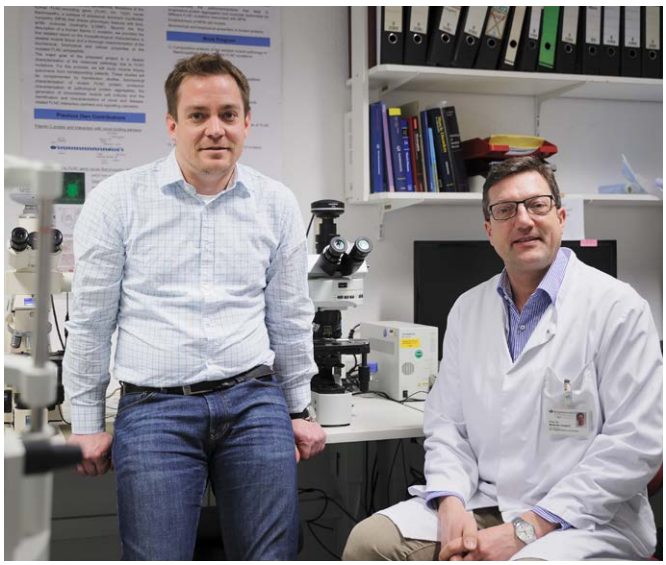
Bekannt ist: Wenn das krankhaft veränderte BICD2-Gen in ein Protein übersetzt wird, wird aufgrund des Fehlers im Erbgut eine einzelne falsche Aminosäure eingebaut. Das reicht offenbar aus, um die Funktion des Proteins stark zu beeinträchtigen. Die Mutation wird dominant vererbt; wer auf einem Chromosom im Chromosomenpaar eine krankhafte Anlage besitzt, erkrankt.

Basierend auf den bisherigen Untersuchungen nehmen Andreas Unger und seine Kollegen an, dass das kranke BICD2-Protein den gerichteten Transport in Muskelzellen beeinträchtigt; er ist wichtig für die Regeneration der Zellmembran. Diese ist durchsetzt von Proteinen, die regelmäßig erneuert werden müssen – und dafür müssen die Ersatzproteine zur Zellmembran gelangen. „Im weitesten Sinne ist es wie mit Lebensmitteln, die sich nicht ewig halten“, vergleicht Unger. „Auch die Membranproteine brauchen einen Wechsel, und der scheint bei BICD2-Patienten gestört zu sein.“

Neue Befunde deuten darauf hin, dass die BICD2-Muskelschwäche kein klar abgegrenztes Syndrom ist, sondern dass es ein ganzes Spektrum von BICD2-ausgelösten Krankheiten gibt. „Wahrscheinlich gibt es eine schwere Krankheitsform, die schon bei der Geburt ausgeprägt ist und zum Tod in den ersten Lebensmonaten führt“, sagt Matthias Vorgerd. Einen entsprechenden Fall untersucht das Team gerade. Diese



Bei gesunden Menschen ist die Muskelstruktur sehr geordnet, wie diese Muskelbiopsie unter dem Lichtmikroskop zeigt (links). Die Muskelfasern (rot gefärbt) haben alle etwa die gleiche Größe. Bei BICD2-Patienten (rechts) unterscheiden sich die Muskelfasern stärker in ihrer Größe, die Pfeile weisen auf einige Fasern mit besonders kleinem Durchmesser. Außerdem ist das Bindegewebe (helle rötliche Bereiche) stark vermehrt. Beide Bilder sind bei 20-facher Vergrößerung entstanden. (Bilder: Matthias Vorgerd)



Andreas Unger und Matthias Vorgerd (rechts) erforschen gemeinsam die Ursachen der muskulären BICD2-Krankheit.

> „TRANSPORTPROZESSE IN MUSKELZELLEN SIND SO EINE ART SCHWARZES LOCH.“
>
> *Andreas Unger*

Symptomatik steht an dem einen Ende des klinischen Spektrums der BICD2-Krankheiten; am anderen Ende stehen Ausprägungen mit relativ milden Beschwerden, die erst im hohen Erwachsenenalter zutage treten. Dieses BICD2-Spektrum umfasst Krankheiten, deren Ursache entweder nur in der Skelettmuskulatur liegt oder nur im Nervensystem, aber auch Krankheiten, die eine Mischform aus beidem sind.

Mit ihrer ersten Beschreibung der muskulären BICD2-Krankheit haben Vorgerd, Unger und Kollegen andere Kliniker für das Krankheitsspektrum sensibilisiert. „Wenn ein Arzt oder eine Ärztin solche Krankheitsbilder sieht und ein Vererbungsmuster dahinter vermutet, muss er die Familien künftig auf BICD2-Defekte untersuchen“, erklärt Matthias Vorgerd. „Kliniker sollen nun einen Diagnoseschlüssel in die Hand bekommen, mit dem sie das gezielt tun können.“ Gemeinsam mit anderen Arbeitsgruppen in Deutschland wollen die Bochumer Wissenschaftler die BICD2-Krankheit in den kommenden Jahren besser verstehen. Dafür werden auch neue Einblicke in die Transportprozesse in gesunden Muskelzellen notwendig sein. „Später könnte uns dieses Wissen helfen, über Therapieoptionen nachzudenken“, prognostiziert Unger. „Denkbar wäre zum Beispiel, dass man das nicht richtig transportierte Molekül durch ein anderes ersetzen kann oder auf ein anderes Frachtsystem umstellen kann“, überlegt der Wissenschaftler. Das geht aber nur, wenn man weiß, wie die Prozesse im gesunden Zustand sein sollten.

Bis eine Therapie vorliegt, werden noch Jahre verstreichen. Mindestens zehn, schätzt Matthias Vorgerd. Selbst wenn es eine Therapieidee gäbe, müsste diese erst in der Zellkultur, dann an Tieren getestet werden. „Das sind langwierige Prozesse, für die es im Moment überhaupt kein Geld gibt“, erklärt der Neurologe. Die BICD2-Defekte sind seltene Krankheiten. Nicht leicht sei es, dafür an Fördergelder zu kommen.

Die bisherigen Arbeiten wurden von der Heimer-Stiftung unterstützt. Für die Industrie sei diese Forschung nicht rentabel. „In Deutschland gibt es derzeit vielleicht 10 bis 15 BICD2-Patienten“, weiß Vorgerd. Somit ist auch das Material für die Forschung stark begrenzt. Dennoch beobachten die Bochumer eine positive Entwicklung: „Unter Fachkollegen spricht sich herum, dass wir uns in Bochum auf Fälle mit muskulärer Ursache spezialisiert haben“, erklärt Andreas Unger. So hätten Kollegen ihnen bereits Gewebeproben weiterer Fälle zukommen lassen – und das bringt die BICD2-Forschung voran.

Text: jwe, Fotos: rs

NEUROLOGISCHE KLINIK IM BERGMANNSHEIL

INFO

Das Team der Neurologischen Klinik des Universitätsklinikums Bergmannsheil behandelt jährlich etwa 2.000 Patientinnen und Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen. Die Klinik verfügt über ein eigenes Muskellabor, in dem pro Jahr rund 200 Muskel- und Nervenbiopsien ausgewertet werden. Sie gehört zum Muskelzentrum Ruhrgebiet, das die Deutsche Gesellschaft für Muskelkranke 2008 als eines der ersten Zentren in Deutschland mit ihrem Gütesiegel zertifizierte. Prof. Dr. Rudolf Kley leitet das Muskelzentrum Ruhrgebiet. Das Heimer-Institut für Muskelforschung am Bergmannsheil wird durch Mittel der Heimer-Stiftung gefördert. Direktor der Neurologischen Klinik ist Prof. Dr. Martin Tegenthoff.

Astrochemie

KAM DAS LEBEN AUS DEM ALL?

Kometeneinschläge stellen wir uns in der Regel als Bedrohung und nicht als Quell des Lebens vor. Aber vielleicht waren sie genau das.

Das Weltall. Ein unwirtlicher Ort. Bei Temperaturen von minus 263 Grad Celsius nahe dem absoluten Nullpunkt ist an Leben kaum zu denken. Selbst die Bewegungen der Moleküle verlangsamen sich oder kommen bei dieser Eiseskälte zum Erliegen. Hinzu kommt eine Strahlung von vermeintlich zerstörerischer Energie, die den interstellaren Raum durchdringt.

Bis zum Beginn der 1960er-Jahre ging man davon aus, dass dieser Raum leer sein müsste, frei von Molekülen und frei von chemischen Prozessen – denn gäbe es dort Moleküle, müssten sie von der Strahlung schlicht zerrissen werden. So lautete zumindest die Vorstellung. Sie änderte sich radikal, als in den darauffolgenden Jahrzehnten erst Ammoniak und Wasser und dann weitere chemische Verbindungen im interstellaren Medium entdeckt wurden. Moleküle, die Bausteine für Leben sein könnten.

Forscher haben inzwischen rund 190 chemische Verbindungen im Weltall nachgewiesen. Aber es ist noch lange nicht klar, auf welche Weise und unter welchen Bedingungen sie entstehen. Für diese Fragen interessiert sich das Team um Prof. Dr. Wolfram Sander vom RUB-Lehrstuhl für Organische Chemie II – obwohl das Kernthema der Gruppe eigentlich ein anderes ist. Als Teil des Exzellenzclusters „Ruhr Explores Solvation", kurz Resolv, gehen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Frage nach, welche Rolle das umgebende Lösungsmittel für chemische Reaktionen spielt.

Aber Sanders Team pflegt auch einen intensiven Kontakt und Austausch mit Experten für Astrochemie in Marseille, Pasadena und auf Hawaii. Die Art der Forschung und die Methoden sind dabei ähnlich, egal ob es um Astro- oder um Lösungsmittelchemie geht. „Reaktionsmechanismen sind unser zentrales Thema", erzählt Sander. „Wir interessieren uns nicht nur für die Ausgangsstoffe und Produkte einer chemischen Reaktion, sondern wollen wissen, wie genau sich diese vollzieht, also zum Beispiel welche Zwischenprodukte es gibt und welche Bedingungen entscheidend sind." Die Arbeiten können letztendlich auch zu einem der großen wissenschaftlichen Themen unserer Zeit beitragen, nämlich: Wie entstand das Leben auf der Erde?

Das Weltall im Labor

Eine Theorie besagt, dass die Bausteine des Lebens nicht auf der Erde entstanden sind, sondern aus dem Weltall kamen. Aminosäuren, die Grundeinheiten der Proteine, gibt es nicht nur auf unserem Planeten. Auch in Kometen hat man sie gefunden. Möglicherweise haben Einschläge dieser Himmelskörper die Moleküle zur Erde gebracht, wo sie sich zu größeren chemischen Strukturen verbanden. Aber wie können sich komplexe Moleküle wie Aminosäuren unter den unwirtlichen Bedingungen im Weltall bilden? Das ist eines der Rätsel, das Astrochemiker umtreibt.

Im Labor, auch an der RUB, simulieren Forscher Bedingungen aus dem Weltraum, um nachzuvollziehen, welche chemischen Reaktionen dort stattfinden könnten. Temperatur, Strahlung, Vakuum oder Zusammensetzung des Mediums sind entscheidend. Die Bedingungen sind aber nicht über-

Bild: NASA/JPL-Caltech

all im All gleich. Für die Experimente macht es etwa einen großen Unterschied, ob man sich Reaktionen einzelner Moleküle in der Gasphase anschaut oder in kondensierter Phase, zum Beispiel auf Oberflächen von Festkörpern. „Die Gasphase ist schon relativ gut untersucht“, sagt Wolfram Sander. „Es ist ungleich komplizierter, chemische Reaktionen in kondensierter Phase, also in Flüssigkeiten, Festkörpern oder auf Oberflächen, nachzuvollziehen, da hierbei zahlreiche Moleküle miteinander wechselwirken.“ Komplexe chemische Prozesse in Flüssigkeiten werden beispielsweise im Exzellenzcluster Resolv analysiert.

Wer Theorien zum Ursprung des Lebens untersuchen möchte, muss sich aber mit Festkörpern auseinandersetzen. Kometen beispielsweise gehören zu den Orten im Weltraum, an denen komplexere Moleküle entstehen; sie haben einen festen Kern. Ihr Zentrum besteht aus Eis – dreckigem Eis, wie es in Fachkreisen heißt. Gemeint ist damit, dass es kein reines Wassereis beinhaltet. Neben den Elementen Wasserstoff und Sauerstoff finden sich dort üblicherweise auch Stickstoff und Kohlenstoff. Prinzipiell sind somit alle Bausteine vorhanden, die es für eine Aminosäure braucht.

„Im Weltraum sehen wir häufig nur die Produkte einer chemischen Reaktion, aber nicht die Zwischenschritte“, erklärt Sander. „Wir versuchen auf der Erde nachzuvollziehen, auf welchem Weg die Produkte entstanden sind.“ Er selbst, so sagt er, sei aber kein Astrochemiker. Das Thema komme durch die guten Kooperationen zu ihm an den Lehrstuhl. Sanders Labor in Bochum ist unter anderem auf verschiedene spektro- ▸

Weltraumstrahlung im Labor: Eine Lichtquelle regt Wasserstoff an und erzeugt dadurch sehr energiereiche UV-Strahlung.

„WIR WERDEN NIEMALS BEWEISEN KÖNNEN, OB DAS LEBEN DURCH KOMETEN AUF DIE ERDE KAM.“

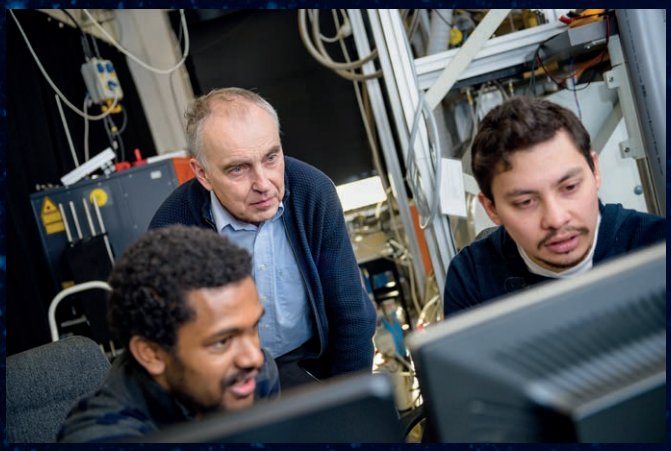
Wolfram Sander

skopische Techniken spezialisiert und deshalb für Astrochemiker eine interessante Anlaufstelle. Als einer von wenigen Standorten weltweit besitzt die RUB ein speziell aufgebautes Elektronenspinresonanz-Spektrometer, das Weltraumbedingungen simulieren kann. Mit diesem Gerät lassen sich reaktionsfreudige Zwischenprodukte, sogenannte Radikale, in künstlichem Kometeneis erzeugen und nachweisen. Anfang 2017 war Teddy Butscher von der Universität Marseille zu Gast. Er interessiert sich dafür, wie einfache Moleküle – etwa Wasser oder Formaldehyd – in Eiskörnchen zu komplizierten organischen Molekülen wie Glycoaldehyd werden, aus denen sich wiederum größere Zuckermoleküle formen könnten. Den Reaktionsmechanismus vollzog er im Labor im Detail nach. Als Zwischenprodukte entstanden Radikale. Begegnen sich zwei Radikale in einer gasförmigen Umgebung, gehen sie in der Regel direkt eine Bindung miteinander ein. „Wenn wir uns die Reaktionen im Eis anschauen, passiert aber alles Mögliche“, fasst Teddy Butscher seine Ergebnisse zusammen. Die Radikale reagieren nicht sofort weiter, sondern können im Eis gespeichert werden. Steigt die Temperatur dann etwas an, werden sie frei und reagieren zu verschiedenen Zwischen- und Endprodukten.

Daten von Hawaii

Genauso wie Forscher der kooperierenden Einrichtungen die RUB besuchen, reisen die Bochumer Wissenschaftler für Forschungsaufenthalte zu ihren internationalen Partnern. RUB-Doktorand Yetsedaw Tsegaw besuchte im Rahmen seiner Promotion die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Ralf Kaiser am „WM Keck Research Laboratory in Astrochemistry“ auf Hawaii. Dort führte er zwei Monate lang Messungen durch, die er anschließend in Bochum auswertete – das dauerte ein Jahr. Seine Arbeit dreht sich um das kleine Molekül Hydroxylamin, als chemische Formel ausgedrückt: NH_2–OH. Es besteht aus gerade einmal fünf Atomen: einem Stickstoff, einem Sauerstoff und drei Wasserstoffen. Diese Elemente sind typischerweise im Kometeneis vertreten. Aber auch in Form von Hydroxylamin? Das Molekül wäre eine denkbare Vorstufe für die Entstehung von Aminosäuren. Würde man es finden, hätte man einen weiteren Schritt getan, um das Rätsel um die Entstehung komplexer organischer Moleküle im All zu lösen. Der Knackpunkt: Bislang wurde Hydroxylamin nicht im Weltraum nachgewiesen.

Yetsedaw Tsegaw wollte herausfinden, ob es die Bedingungen im Kometeneis überhaupt zulassen, dass sich diese chemische Verbindung bildet. Er stellte den Zustand im Kometeneis im Labor nach, brachte in dieser Umgebung Ammoniak (NH_3) und Sauerstoff (O_2) zusammen und behandelte die Mischung mit hochenergetischer Strahlung, wie sie auch im Weltall vorkommt. Mit einer besonderen Form der Infrarot-Spektroskopie beobachtete er die auftretenden Reaktionen. Die Methode liefert eine Art Fingerabdruck der chemischen Probe: Über Infrarotlicht werden die Moleküle zum Schwingen angeregt; verschiedene chemische Verbindungen schwingen auf unterschiedliche Weise und mit unterschiedlicher Frequenz. Die Forscher detektieren diese charakteristischen Schwingungen und visualisieren sie in Form eines Spektrums. Durch Vergleich mit einem Referenzspektrum können sie die beobachteten Schwingungen bestimmten Molekülen zuordnen.



Das Team von Wolfram Sander (Mitte) pflegt intensive internationale Kooperationen. RUB-Doktorand Yetsedaw Tsegaw (links) war zu einem Forschungsaufenthalt auf Hawaii. Teddy Butscher (rechts) kam aus Marseille zur RUB.

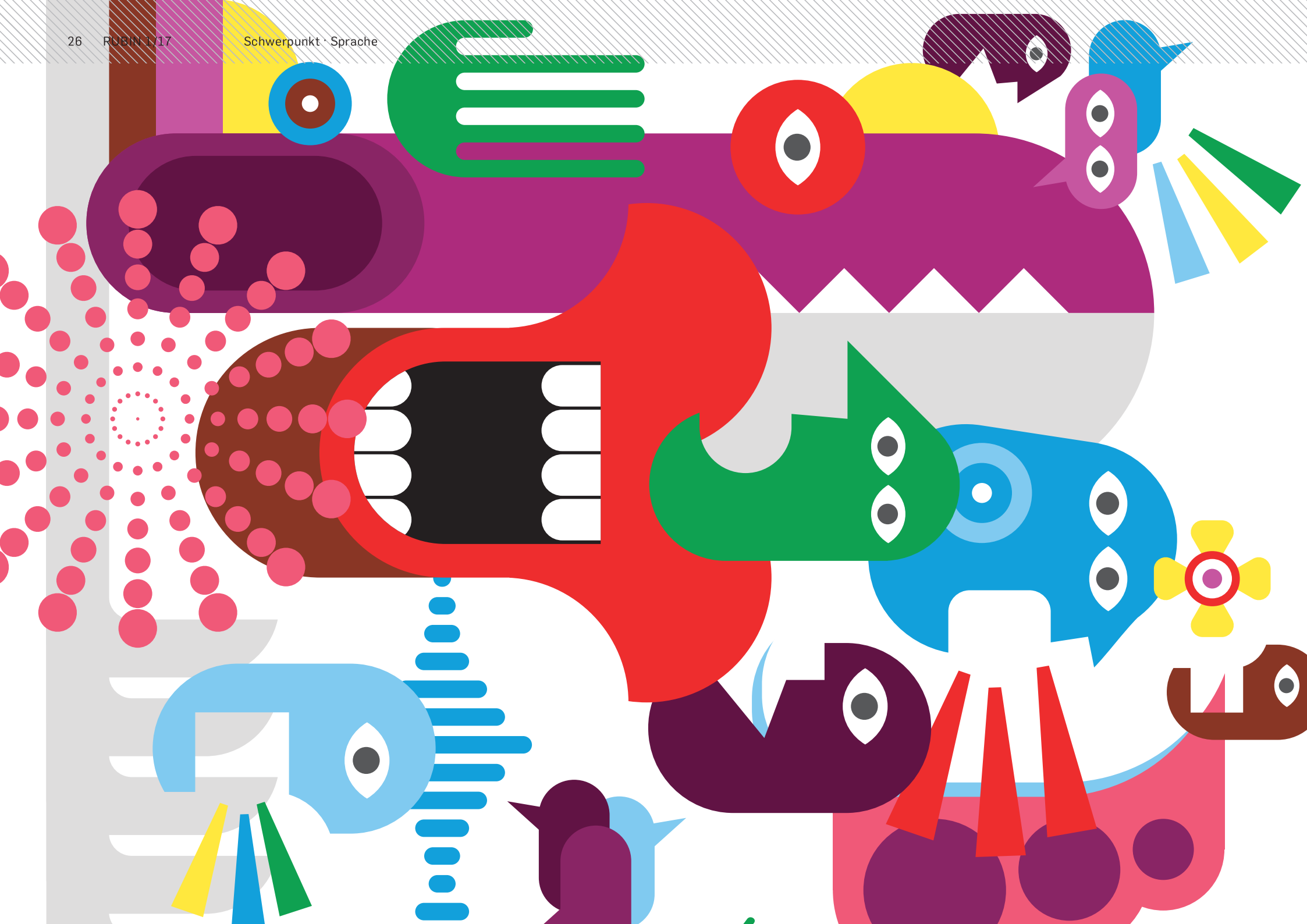
Allerdings konnte Yetsedaw Tsegaw Hydroxylamin auf diese Weise nicht direkt in seiner Probe ausfindig machen. Denn die Schwingungen anderer chemischer Verbindungen überlagerten die Schwingungen von Hydroxylamin. Erst als er die Probe Schritt für Schritt erwärmte und sich die störenden Substanzen verflüchtigten, konnte er Hydroxylamin nachweisen. Und somit war klar: Theoretisch könnte sich das Molekül in Kometeneis bilden. Aber warum konnte dann bislang niemand diese Substanz im All aufspüren?

„Ich denke, dass man bislang nicht mit den richtigen Methoden danach gesucht hat“, sagt Tsegaw. Denn wie sein Experiment zeigte, ist Hydroxylamin mit der Infrarot-Spektroskopie nur mit chemischen und mathematischen Tricks zu detektieren – und die können nicht vor Ort bei Weltraumanalysen angewandt werden. Andere spektroskopische Techniken hält er für erfolgversprechender. Wenn sie belegen würden, dass Hydroxylamin tatsächlich in Kometeneis vorkommt, wären die Astrochemiker der Frage nach dem Ursprung des Lebens wieder einen Schritt näher.

„Allerdings werden wir niemals beweisen können, ob das Leben durch Kometen auf die Erde kam“, vermutet Wolfram Sander. „Wir können plausible Mechanismen ersinnen und daraus Modelle entwickeln, aber letztendlich beweisen können wir die Modelle nicht.“ Denn dafür, erklärt der Chemiker, müsste man den Prozess reproduzieren. „Die Entstehung des Lebens hat sich aber auf einer Zeitskala abgespielt, die wir nicht nachstellen können. Auch wenn unsere Forschung von fundamentaler Bedeutung ist, wird sie auf diese Frage keine definitive Antwort geben können.“

Text: jwe, Fotos: dg

Bild: NASA Goddard Photo and Video



SPRACHE

Wie entwickeln sich Sprachen dynamisch über die Zeit hinweg? Können mathematische Formeln die natürliche Sprache ersetzen? Und wie kommen technische Systeme mit menschlicher Sprache zurecht?

In Uganda wie auch weltweit benutzen nicht alle Medien die gleiche Sprache: Größere Zeitungen orientieren sich stärker am Standard-Englisch als kleine.

Sprachwissenschaft

ENGLISCH VERBINDET

Im Urlaub, auf Geschäftsreisen oder als Migrant im fremden Land: Wer Englisch spricht, kann sich meistens verständigen. Allerdings ist Englisch nicht gleich Englisch.

Englisch ist die Weltsprache schlechthin. Ob in der internationalen Politik, in der Wissenschaft oder in der Wirtschaft: Ohne Englisch kommt man in vielen Bereichen nicht weit. Als sogenannte lingua franca dient es zur Verständigung zwischen Menschen unterschiedlicher Muttersprachen. Obwohl die Zahl der Länder, in denen Englisch Muttersprache ist, überschaubar ist – Großbritannien, Irland, Amerika, Australien, Neuseeland und Südafrika –, ist die Zahl der Länder, in denen es Amtssprache ist, mit 59 sehr hoch. Vor allem in den Ländern des ehemaligen britischen Kolonialreichs wird Englisch neben der jeweiligen Landessprache für viele öffentliche Funktionen verwendet. So spricht man in weiten Teilen Afrikas, Asiens und auch in Indien Englisch, wenn man am Gericht, auf einem Amt, in der Schule oder an der Universität ist.

Das macht durchaus Sinn, denn in vielen Ländern gibt es nicht die eine Muttersprache, sondern viele Sprachen nebeneinander. In Uganda sind es beispielsweise 41, in Nigeria sogar 500 bis 600. Teilweise sind sie sehr unterschiedlich, eine Verständigung untereinander ist unmöglich. Grund dafür ist die Tatsache, dass die Kolonialherren Grenzen zogen, ohne Rücksicht auf bestehende ethnische Gruppierungen zu nehmen. Zahlreiche kleine Stämme und Königreiche wurden so häufig zusammengewürfelt.

Wie sich das Englische speziell in den ehemaligen afrikanischen Kolonien entwickelt hat und noch entwickelt, erforscht Prof. Dr. Christiane Meierkord. Sie leitet den Lehrstuhl für Englische Sprachwissenschaft an der RUB. Dass ihr Interesse in erster Linie nicht den klassischen englischsprachigen Ländern gilt, erklärt sie selbst mit einem besonderen Ereignis. „Die erste große Konferenz, an der ich als Postdoc teilgenommen habe, fand 2001 in Südafrika statt“, erzählt sie. „Weil kurz zuvor die Terroranschläge in den Vereinigten Staaten stattgefunden hatten, waren viel weniger internationale Teilnehmer gekommen als sonst. Dadurch war ich hauptsächlich mit afrikanischen Kollegen zusammen, teils Koryphäen ihres Fachs. Die waren unglaublich herzlich. Was mich besonders beeindruckt hat, war ihre Bereitschaft, Daten mit mir auszutauschen. Hierzulande war man damals damit sehr zurückhaltend, solange man die Ergebnisse noch nicht selbst publiziert hatte.“ Ihre Liebe zu Afrika war geboren, in der Folge bemühte sie sich um Forschungsprojekte, die sie weiter mit dem Kontinent verbanden.

Was Christiane Meierkord beschäftigt, sind die unterschiedlichen Varietäten des Englischen, die sich ergeben, wenn Nicht-Muttersprachler Englisch miteinander sprechen. Denn obwohl die meisten Unterrichtsmaterialien sich am britischen Englisch orientieren, spricht kaum jemand in Afrika traditionelles Oxford-Englisch.

Diese Tatsache sei allerdings nichts typisch Afrikanisches, sondern überall auf der Welt, auch in Deutschland, zu beobachten. Das Ziel solle daher auch gar nicht sein, dass allerorts muttersprachliches britisches oder amerikanisches Englisch gesprochen werde, so Meierkord. „Dieses Level erreichen sowieso nur ganz wenige Sprecher. Bei allen anderen, sogar bei vielen Anglisten, wird die Fremdsprache immer zu einem gewissen Teil von der Muttersprache beeinflusst sein, was man am Satzbau oder der Aussprache merkt.“ Zudem ergebe es auch aus kulturellen Gründen keinen Sinn, auf die jeweiligen landestypischen Besonderheiten der englischen Sprache zu verzichten. So unterscheidet man in Afrika unter anderem viel stärker die einzelnen Verwandtschaftsgrade innerhalb einer Familie als bei uns. Die älteste Cousine mütterlicherseits hat beispielsweise eine ganz eigene Bezeichnung, die es im britischen Englisch gar nicht gibt.

Direkter Austausch mit den Menschen

Christiane Meierkord schenkt solchen Details, die sich auf die Lebensumstände der Menschen beziehen, bei ihrer Arbeit viel Beachtung. Soziolinguistik nennt man die Fachrichtung, auf die sie sich spezialisiert hat, und die versucht, Sprachkontakt und Sprachwandel in unterschiedlichen sozialen Kontexten zu verstehen. Die Geschichte des Landes, im Fall von Afrika auch die Geschichte der Sklaverei und der Kolonialisierung, spielen dabei eine große Rolle. Wichtig ist ihr auch, immer wieder selbst in die Länder zu reisen, deren Sprache sie erforscht. „Im di- ▸

rekten Austausch mit den Menschen erfahren wir viel mehr als durch reine Schreibtischarbeit“, so die 53-Jährige. Für die Arbeit an ihrem aktuellen Projekt, das seit 2013 läuft, arbeitet Meierkord mit Kollegen der Universitäten Gulu und Makerere in Uganda zusammen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft half dabei, diese Kooperationen aufzubauen. Integriert in einen internationalen Verbund erstellen die Forscherinnen und Forscher einen Teil des „International Corpus of English“ und untersuchen, was das Englische in diesem Land charakterisiert. Zunächst sammeln die Wissenschaftler dazu Rohdaten. Das können Audiomitschnitte von gesprochenem Englisch sein, aber auch Schriftstücke wie private Briefe, Zeitungsartikel, Dokumente oder wissenschaftliche Schriften.
Diese durchforsten die Anglisten anschließend, häufig computergestützt, und schauen, ob es Besonderheiten gibt. Wie werden die Objekte in den Sätzen sortiert? Wie Präpositionen und Artikel verwendet? So fiel Christiane Meierkord und ihren Mitarbeitern zum Beispiel auf, dass die Ugander viel seltener das Wort „please“ benutzen, als dies in Großbritannien oder Amerika der Fall ist. Stattdessen nutzen sie häufig „I request that you …“. Eine Formulierung, die so viel heißt wie „Ich fordere dich auf …“ und für unsere Ohren sehr direkt und geradezu unhöflich erscheint.

Höflich oder nicht?

Die Wissenschaftler befassten sich daraufhin intensiv mit Formulierungen auf der Höflichkeitsebene. Sie analysierten jeden einzelnen Sprechakt, berechneten für das Vorkommen einzelner Wörter die statistische Signifikanz, schauten sich bei Sprachaufnahmen die Intonationskurven an.
Interviews mit Menschen aus Uganda halfen den Forscherinnen und Forschern zu verstehen, warum auf die üblichen Höflichkeitsformulierungen verzichtet wird: Es gibt in der Muttersprache nichts Gleichbedeutendes. Ein „please“ oder „may you“ hätte dort einfach keine Relevanz. Vielmehr würden die Leute damit ausdrücken, dass etwas nicht dringend oder nicht wichtig sei. Als besonders höflich werden diese Formulierungen indes nicht verstanden.
Ein weiteres großes Ziel, das Christiane Meierkord und viele Kolleginnen und Kollegen weltweit mit ihrer Arbeit verfolgen, ist es, eine gerechtere Benotung in den afrikanischen Schulen und auf den Universitäten zu ermöglichen. Wenn man eine konkrete Beschreibung davon hat, wie das Englisch im jeweiligen Land tatsächlich aussieht, dann könnte man dies bei der Bewertung von Arbeiten an den Schulen und Universitäten besser berücksichtigen.
Heute ist es nämlich oft noch so, dass zwar selbst der Präsident des Landes bei offiziellen Reden kein britisches Englisch spricht, sondern eine für sein Land typische Varietät, den Schülern diese vermeintlichen Fehler jedoch angelastet werden. Überraschenderweise sperren sich aber gerade die Eltern und Lehrer der Kinder dagegen, dass ihre nationale Varietät auch offiziell anerkannt wird. Sie befürchten Nachteile für die Schüler, wenn sie sich später in einer internationalen Firma oder im Ausland behaupten wollen.

Text: rr, Fotos: dg

Christiane Meierkord leitet den Lehrstuhl für Englische Sprachwissenschaft an der Ruhr-Universität Bochum. Eines ihrer Projekte befasst sich mit dem Englischen, das in Uganda gesprochen wird.

Nicht nur das geschriebene Englisch analysieren die Anglistinnen, sondern auch Sprachaufnahmen. Sie suchen nach Besonderheiten bei der Aussprache. Spektrogramme und Intonationskurven geben Aufschluss.

Christiane Meierkord (Mitte) und ihre Mitarbeiterinnen Guyanne Wilson (links) und Thea Dahlmann bei der Arbeit am Computer.

Im Gespräch

IST DAS STANDARD-ENGLISCH IN GEFAHR?

Im Interview erklärt Anglistin Christiane Meierkord, ob das traditionelle Standard-Englisch eine Zukunft hat oder ob sich bestimmte Varietäten durchsetzen werden.

Ein Inder, ein Afrikaner und ein Deutscher, jeder mit seiner eigenen Varietät, unterhalten sich auf Englisch. Wie sieht dieses Englisch dann aus?
Früher war ich mir sicher, dass solche Unterhaltungen sehr blumig sein würden. Ein indischer Gruß, eine typisch deutsche und ins Englische übersetze Redewendung, so etwas. De facto kommt es aber nicht dazu. Bei einem einjährigen Aufenthalt in einem internationalen Studentenwohnheim in England habe ich beobachtet, dass die verschiedenen Sprecher sich einander stark angleichen. Die großen Kontraste im Vokabular verschwinden. Das ergibt natürlich auch irgendwie Sinn. Der Inder weiß ja, dass ich ihn sonst nur schwer verstehe.

Verändert sich das Standard-Englisch in Großbritannien und Amerika dadurch, dass es auf der ganzen Welt in so vielen Varietäten gesprochen wird?
Im Bereich der Grammatik nein. Wir können allerdings beobachten, dass das American English weltweit an Stellenwert gewinnt. Das hat auch einen Einfluss auf das in Großbritannien gesprochene Englisch. Und im Bereich des Vokabulars gelangen ständig neue Wörter aus aller Welt auch in das britische oder amerikanische Englisch.

Und in Großbritannien selbst? Verändert sich die Sprache dadurch, dass Migranten zuziehen?
Die Migranten, die in England wohnen, haben kaum Einfluss auf das britische Standard-Englisch. Wer in Großbritannien einen der besseren Jobs haben will, muss die Standardgrammatik beherrschen. Das Standard-Englisch genießt ein sehr hohes Prestige, an dem sich auch die Zugezogenen orientieren. Allerdings ist man hinsichtlich der Aussprache inzwischen sehr liberal. Solange die Grammatik dem Standard entspricht, darf die Aussprache sehr gerne regional oder ethnisch geprägt sein.

Gilt das auch für die Jugendlichen?
In Ost-London, wo viele ihre Wurzeln auf dem indischen Subkontinent, in Afrika oder der Karibik haben, konnten Kolleginnen und Kollegen etwas Interessantes beobachten: Männliche Jugendliche mit und ohne Migrationshintergrund beeinflussen einander gegenseitig in ihrer Aussprache. Vermutlich durch den intensiven und regelmäßigen Kontakt zueinander. Unklar ist aber, ob diese Einflüsse auch über Gespräche in der gemeinsamen Freizeit hinausgehen und die Jugendlichen auch in der Schule oder im Beruf so sprechen.

rr

Im Gespräch

ABGESCHOTTET VON DEN ANGRENZENDEN DISZIPLINEN

Die Mathematik ist zum Herzstück der modernen Ökonomie geworden. Manche feiern das als Fortschritt. Andere warnen, es grenze das Denken ein.

Michael Roos setzt sich für eine Reformation der Volkswirtschaftslehre ein.

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts ist die vorherrschende Sprache in der Volkswirtschaftslehre die Mathematik. Wer in den angesagten Fachzeitschriften publizieren will, muss sich an eine Formelsprache halten. Das trägt dazu bei, dass sich das Fach von anderen Sozialwissenschaften abschottet. Prof. Dr. Michael Roos plädiert: Die Ökonomie sollte sich angrenzenden Fachbereichen gegenüber wieder mehr öffnen und auch in natürlicher Sprache kommunizieren (siehe „Mathematik als Sprache reicht nicht aus“, Seite 35).

Herr Roos, woher kommt die Formelverliebtheit der modernen Ökonomen?
Früher konnte man Forschungsaufsätze in natürlicher Sprache verfassen. Heute besteht ein Großteil einer Publikation aus Formeln, und das wird von vielen als Fortschritt empfunden. Die Volkswirtschaftslehre orientiert sich an der Naturwissenschaft, vor allem die Physik war immer das große Vorbild. Viele sehen in der formalisierten Sprache den Unterschied zwischen einer wahren Wissenschaft und einer Protowissenschaft. Diese Mathematisierung ist wichtig für das Selbstbild der Ökonomen.

Ist die Mathematisierung denn nicht auch nützlich?
Ja, in vielen Fällen sind Gleichungen und grafische Darstellungen ein sinnvolles Handwerkszeug. Aber manche Bereiche werden durch die Fokussierung auf die Mathematik unsichtbar. Über bestimmte Themen kann man besser in natürlicher Sprache nachdenken. Ein anderes wichtiges Handwerkszeug, das uns zur Verfügung steht, sind Computersimulationen. Die algorithmische Programmiersprache ist sozusagen ein Zwischending zwischen der sehr abstrakten Sprache der Mathematik und der natürlichen Sprache. Auf jeden Fall denke ich, wir sollten nicht ausschließlich in Formeln kommunizieren.

Spüren Sie Gegenwind von Ihren Kollegen wegen Ihrer Einstellung?
Es gibt eine starke Intoleranz gegenüber diesem Denken. Ich gehe schon das Risiko ein, mich aus der Community herauszukatapultieren. Natürlich bin ich heute in einer Position, in der mir keiner mehr etwas kann. Ich habe eine feste Stelle. Meines Erachtens bin ich genau deshalb aber in der Verantwortung, diese Freiheit zu nutzen. Es ist mir wichtig, mich für diese Dinge einzusetzen.

Und früher?
Als Postdoc habe ich mehr darüber nachgedacht. Eine akademische Karriere einzuschlagen ist generell risikoreich. Mich als Makroökonom der Psychologie zuzuwenden war aber hochgradig riskant. Mir war es das wert. Es war eine Gewissensentscheidung. Ich habe mir gesagt, entweder es funktioniert auf diese Weise oder es ist nicht das Richtige für mich. Ich wollte keinen Kompromiss eingehen und mir über Jahre Methoden aneignen, die mich nicht überzeugen. Zum Glück hat es funktioniert, es hätte aber auch schiefgehen können.

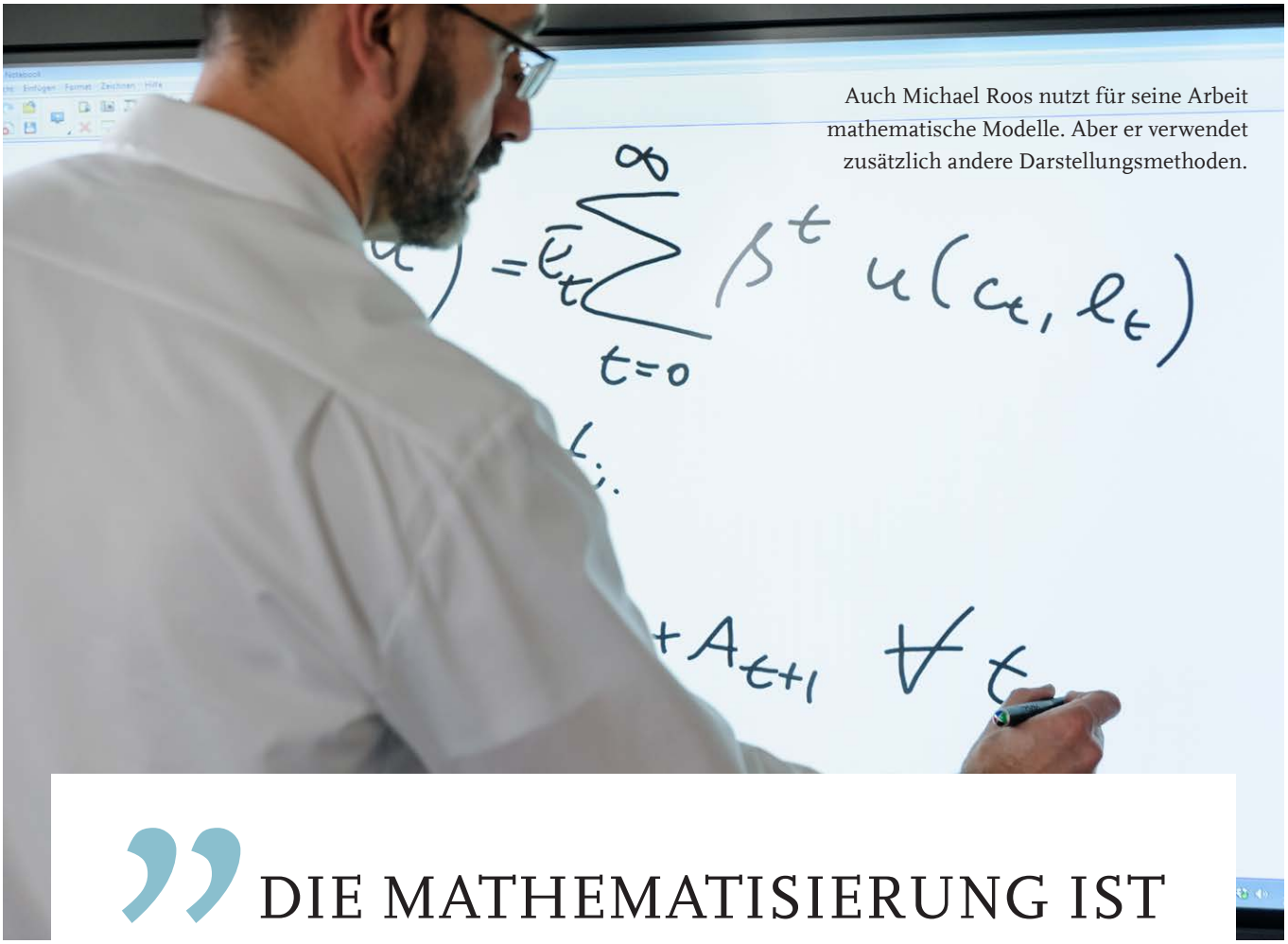
Was geben Sie den Nachwuchsforschern an Ihrem Lehrstuhl in der Hinsicht mit?
Ich finde es wichtig, dass Nachwuchsforscher Vorbilder haben, die zeigen, dass es nicht nur den Mainstream-Weg gibt. Ich lebe meinen Doktoranden das natürlich vor. Aber ich sage ihnen auch, dass es riskant ist, dass wir in der Minderheit sind. Ohne Mathematik können sie in den Top-Zeitschriften schließlich nicht veröffentlichen, und diese Publikationen sind später entscheidend für Berufungen. Sie akzeptieren das.

Gibt es international noch mehr Wissenschaftler, die Kritik an der allzu formalisierten Volkswirtschaftslehre üben?
Der Widerstand ging ursprünglich von den Studierenden aus. Im Jahr 2000 organisierten sich französische Studierende als Gruppe der postautistischen Ökonomen. Die Bewegung breitete sich international aus, in Deutschland gibt es zum Beispiel das Netzwerk Plurale Ökonomik. Die Studierenden sehen große Probleme in der Welt, zu denen die Volkswirtschaftslehre etwas beitragen könnte – aber eben nicht in der aktuellen Form. Allerdings sind die Querdenker in der Minderheit. Häufig sind es die etablierten, älteren Wissenschaftler, die Kritik üben. Vielleicht weil sie nicht mehr um ihre Karriere fürchten müssen. ▸

ZUR PERSON

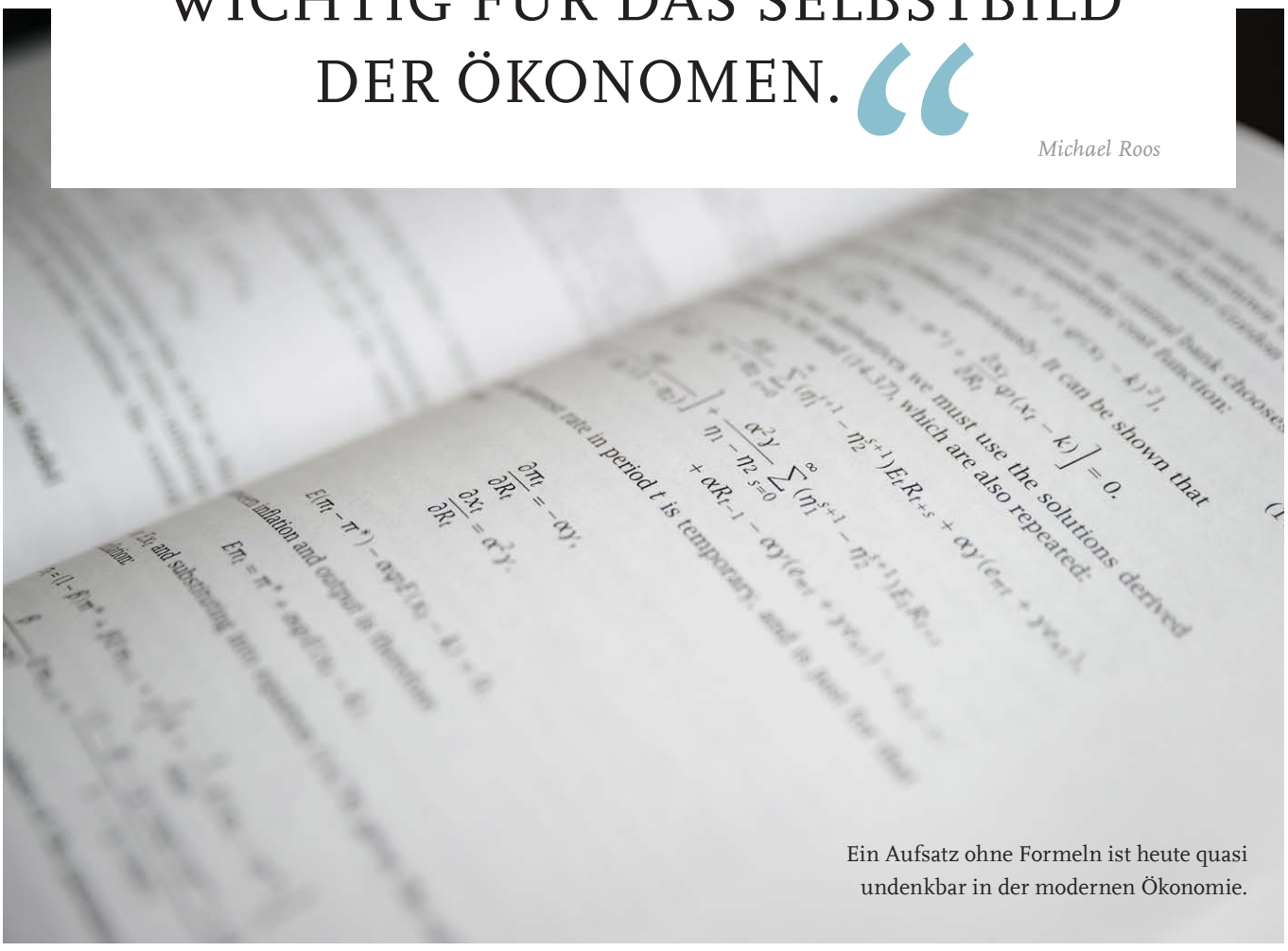
INFO

Michael Roos studierte Wirtschaftswissenschaften an der Universität des Saarlandes. Seine Promotion schloss er 2002 an der Technischen Universität in Dortmund ab. Schon in dieser Zeit lehnte er es ab, sich nur auf mathematische Methoden zu fokussieren. Sein Doktorvater ließ ihn gewähren. Anders als üblich schrieb Roos keine kumulative Dissertation aus mehreren Fachaufsätzen, sondern eine deutschsprachige Monografie, in der er sich mit den behandelten Themen in natürlicher Sprache umfassend auseinandersetzte. Er wandte also nicht nur mathematische Methoden an.
Anfangs beschäftigte er sich mit der Regionalökonomik, später wandte er sich der Wirtschaftspsychologie zu – beides Randgebiete der Volkswirtschaftslehre, in denen ein Austausch mit anderen Disziplinen unerlässlich ist. Michael Roos habilitierte sich 2008 in Dortmund. Seit 2009 hat er an der RUB den Lehrstuhl für Makroökonomik inne.



Auch Michael Roos nutzt für seine Arbeit mathematische Modelle. Aber er verwendet zusätzlich andere Darstellungsmethoden.

> „DIE MATHEMATISIERUNG IST WICHTIG FÜR DAS SELBSTBILD DER ÖKONOMEN."
>
> *Michael Roos*



Ein Aufsatz ohne Formeln ist heute quasi undenkbar in der modernen Ökonomie.

Haben Sie Hoffnung, dass sich das System eines Tages ändern könnte?

Politisch hat sich in den vergangenen Jahren etwas bewegt. Der Internationale Währungsfonds und die Weltbank erkennen seit Kurzem an, dass viele politische und ökonomische Probleme auf eine ungerechte Verteilung von finanziellen Mitteln zurückzuführen seien. Verteilungsfragen spart die Volkswirtschaftslehre derzeit weitestgehend aus. Das hat teilweise damit zu tun, dass sich solche Fragen mit den vorhandenen mathematischen Modellen nicht behandeln lassen. Vielleicht helfen solche Impulse von außen aber, dass mehr Ökonomen bereit sind, den Blick zu öffnen.

Gibt es denn auch etwas, das Sie aktiv tun können?

Wir starten gerade ein Forschungsprojekt mit Interviews und Umfragen unter den Nachwuchsforschern. Wir wollen herausfinden: Was prägt die Doktoranden? Wie kommen sie zu ihrem Thema? Haben sie Sorge, in der Karriere nicht voranzukommen, wenn sie bestimmte Methoden nicht verwenden? Wenn wir das Problem erst einmal dokumentiert haben, können wir über Lösungen nachdenken.

Text: jwe, Fotos: rs

Standpunkt

MATHEMATIK ALS SPRACHE REICHT NICHT AUS

Volkswirte kommunizieren kaum noch in natürlicher Sprache. So kann die Ökonomie den gesellschaftlich relevanten Fragen nicht gerecht werden, meint Michael Roos und fordert ein Umdenken.

Die Mathematik ist die vorherrschende Sprache in der Volkswirtschaftslehre geworden. Gerade das macht die Disziplin für viele Volkswirte zu einer Wissenschaft und überlegen gegenüber anderen Sozialwissenschaften.

Sozialwissenschaftliche Theorien mathematisch zu formulieren hat ohne Zweifel viele Vorteile. Ich lehne das nicht grundsätzlich ab. Jedoch wird dadurch das Denken eingeengt. Ökonomen beschäftigen sich nicht oder nicht ausreichend mit einigen gesellschaftlich relevanten Problemen, weil sich diese nicht mathematisieren lassen. Nützlich sind die mathematischen Methoden, weil sie Präzision erzwingen und Argumente für andere transparent und nachvollziehbar machen. Mit ihnen können wir die logische Richtigkeit eines Arguments beweisen. Schließlich erfordert die Mathematik Abstraktion und Konzentration auf das für wesentlich Gehaltene. All diese Stärken bergen jedoch auch Gefahren. Präzision und logische Konsistenz sind nicht gleichbedeutend mit Wahrheit. Mathematisch geschulte Wissenschaftler haben oft ein Gefühl für die Schönheit oder Eleganz eines Arguments. Was innerhalb der reinen Mathematik ein Gütekriterium sein mag, hat aber keine Relevanz für Aussagen über die oft chaotisch erscheinende soziale Welt.

Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Argumente gelten nur für mathematisch Ausgebildete. Da die meisten anderen Sozial- und Geisteswissenschaftler nicht mathematisch geschult sind, haben diese keinen Zugang mehr zu ökonomischen Theorien. Zugleich empfinden viele Ökonomen die Beschäftigung mit langen Texten und verbal formulierten Theorien als ermüdend. Ein Austausch zwischen den Disziplinen findet dadurch kaum noch statt, obwohl er für ein umfassendes Verständnis gesellschaftlich relevanter Fragen unabdingbar ist. Das übliche mathematische Instrumentarium macht es zum Beispiel schwer, Fragen der Einkommens- und Vermögensverteilung zu analysieren. Daher haben Volkswirte dieses gesellschaftlich hochrelevante Thema lange vernachlässigt. Dasselbe gilt für die Verteilung und Auswirkung von Macht. Die Abstraktion führt zu einem unter Ökonomen sehr verbreiteten übermäßigen Optimismus. In mathematischen Modellen ist es kein Problem, sich dauerhaftes exponentielles Wachstum vorzustellen. Aber in einer realen Welt mit ökologischen Grenzen ist das kaum denkbar.

Unsere Sprache prägt unsere Sicht auf die Welt. Sie bestimmt, was wir für wahr und für falsch halten – was wir für denkbar halten. Durch die Art und Weise, wie wir die Welt beschreiben, prägen wir die Welt mit. Die Mathematik ist auch in der Volkswirtschaftslehre nützlich. Allerdings ist ein kritischer Umgang mit ihr erforderlich.

Alfred Marshall, einer der Gründerväter der modernen Volkswirtschaftslehre, plädierte Anfang des 20. Jahrhunderts für einen wohlüberlegten Umgang mit der Mathematik. Für ihn war es unwahrscheinlich, dass eine gute mathematische Theorie gleichbedeutend war mit guter Ökonomik. Er empfahl: „Verwende die Mathematik als Kurzsprache, nicht als Motor der Analyse. Übersetze die Ergebnisse in natürliche Sprache. Illustriere das Argument mit Beispielen, die im realen Leben wichtig sind. Verbrenne die Mathematik.“ Darauf sollten sich die heutigen Ökonomen rückbesinnen.

Prof. Dr. Michael Roos, Lehrstuhl der Makroökonomik

Ihre Forschung könnte eines Tages zum intelligenten Hörgerät beitragen: Dorothea Kolossa (links) und Mahdie Karbasi

VERSTÄNDLICHE SPRACHE TROTZ LAUTER UMGEBUNG

Tellerklappern, Stimmengewirr, Straßenlärm – selten ist es still um uns herum. Eine Herausforderung für Hörgeräte.

„Ja, ich kann dich hören", brüllt so mancher in sein Handy, wenn am anderen Ende der Leitung eine vorbeifahrende Kehrmaschine die Gesprächssituation stört. Das Mikrofon überträgt eben nicht nur die relevanten Geräusche, also die Sprache, sondern auch andere Geräusche aus der Umgebung. Ähnlich funktionieren Hörgeräte. Befindet sich ein Hörgeräteträger in einem voll besetzten Restaurant, überträgt die Hörhilfe nicht nur die Sprache des Gegenübers, sondern auch die Stimmen der anderen Besucher, das Tellerklappern und das Brutzeln aus der Küche.
Bestimmte Algorithmen in den Hörgeräten sollen Sprache verständlicher machen, indem sie störende Umgebungsgeräusche herausfiltern. Das bedeutet allerdings eine große Herausforderung für Forscher und Industrieentwickler. Schließlich darf die Qualität der übertragenen Sprache nicht leiden, wenn Störgeräusche herausgefiltert werden.

Entwicklung von Hörgeräten erleichtern

Prof. Dr. Dorothea Kolossa und Mahdie Karbasi von der RUB-Arbeitsgruppe Kognitive Signalverarbeitung haben sich im Projekt „Improved Communication through Applied Hearing Research", kurz „I can hear" genannt, mit der Vorhersage von Sprachverständlichkeit beschäftigt. Ihre Ergebnisse könnten helfen, den Entwicklungsprozess für Hörgeräte zu vereinfachen. „Wenn wir wissen, wie gut oder schlecht Menschen in verschiedenen Situationen Sprache verstehen, können wir Hörgeräte optimieren", so Kolossa.
Neue Algorithmen müssen zunächst aufwendige Testreihen mit Probanden durchlaufen, bevor sie in Hörgeräten angewendet werden. Wie gut filtert der Algorithmus Störgeräusche, und bleibt die Qualität der Sprache dabei erhalten? Egal ob ein hallender Raum oder laute Umgebungsgeräusche – die Algorithmen sollen es ermöglichen, dass die zukünftigen Hörgeräte Sprache stets verständlich übertragen.
Mit den Ergebnissen der Bochumer Wissenschaftlerinnen könnten sich die aufwendigen Tests der Algorithmen verkürzen. Der von Kolossa und Karbasi entwickelte Algorithmus kann schätzen, wie gut ein Mensch Sprache verstehen kann, und zwar abhängig von seinen Wahrnehmungsschwellen. Diese Technik liefert also viele Informationen, die sonst in aufwendigen Hörtests ermittelt werden müssen. „Es ist illusorisch, dass man auf Hörtests in Zukunft verzichten kann. Aber die Produktentwicklungsphase könnte kürzer werden", sagt Kolossa. Ziel der Wissenschaftlerinnen ist es, die Differenz zwischen Vorhersage und Hörtestergebnissen möglichst gering zu halten. Je kleiner ein Unterschied, desto besser die Vorhersage und der entsprechend entwickelte Algorithmus.
Bisher haben die RUB-Forscherinnen Tests mit Normalhörenden durchgeführt, um Sprachverständlichkeit vorherzusagen. Dafür ließen sie 849 Teilnehmer und Teilnehmerinnen über eine Internetplattform Audiodateien bewerten. Jeder hörte etwa 50 einfach strukturierte Sätze. In einem Dropdown-Menü wählten die Probanden aus, welche Wörter sie an welcher Stelle im Satz verstanden hatten. Dabei wurden ihnen Sätze vorgespielt, die unterschiedlich starke oder keine Störgeräusche enthielten. Mit ihrem selbst entwickelten Algorithmus sagten die Forscherinnen voraus, wie viel Prozent des Satzes die Probanden verstehen würden. Diesen automatisch geschätzten Wert verglichen sie mit den Ergebnissen aus den Versuchen. Ihr Algorithmus schätzte die Sprachverständlichkeit realistischer ein als eine Standardmethode.
Üblicherweise testen Wissenschaftler die Sprachverständlichkeit mit der STOI-Methode (short time objective speech intelligibility measure) oder mit anderen referenzbasierten ▸

PROJEKT „I CAN HEAR"

INFO

Prof. Dr. Rainer Martin von der RUB-Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik leitete das EU-geförderte Projekt „Improved Communication through Applied Hearing Research". Dabei arbeiteten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der RUB in einem internationalen Team mit Forschern aus Großbritannien, der Schweiz, Dänemark und Belgien zusammen. Das Hauptziel war es, Hörgeräte und Cochlea-Implantate zu optimieren, damit sie auch in besonders geräuschvollen Umgebungen gut für die Träger funktionieren. Partner aus der Industrie waren der Hörgerätehersteller Sivantos und der Cochlea-Implantate-Produzent Cochlear. Das Projekt lief bis Dezember 2016.

Doktorandin Mahdie Karbasi schätzt die Verständlichkeit von Sprache mit Algorithmen.

Ihre Tests führten die Bochumer Forscherinnen mit Hunderten von Probanden über eine Online-Plattform durch.

Methoden. Anders als das Verfahren von Kolossa und Karbasi erfordern diese ein sauberes Originalsignal, also eine Tonspur, die ohne Störgeräusche aufgenommen wird.

Im Alltag gibt es allerdings nur selten Gespräche ohne Störgeräusche. Irgendetwas in der Umgebung hört man fast immer: die rauschende Heizung, das Regenprasseln am Fenster oder Motorengeräusche. Und die Methode hat einen zweiten Haken: Sie schätzt die Sprachverständlichkeit basierend auf dem Unterschied zwischen Originalton und gefiltertem Ton. Angenommen der Text der Originaldatei würde von einer Sprachsoftware wie Siri vorgelesen werden: Die helle Computerstimme wäre nach heutigem Stand der Technik sehr wahrscheinlich gut zu verstehen. Würde man hier aber eine Originaldatei mit männlicher Stimmlage zum Vergleich heranziehen, würde nach der STOI-Methode die von der Sprachsoftware gesprochene Datei als schwer verständlich bewertet werden. Der Grund wären die unterschiedlichen Stimmlagen und nicht die Qualität der Verständlichkeit.

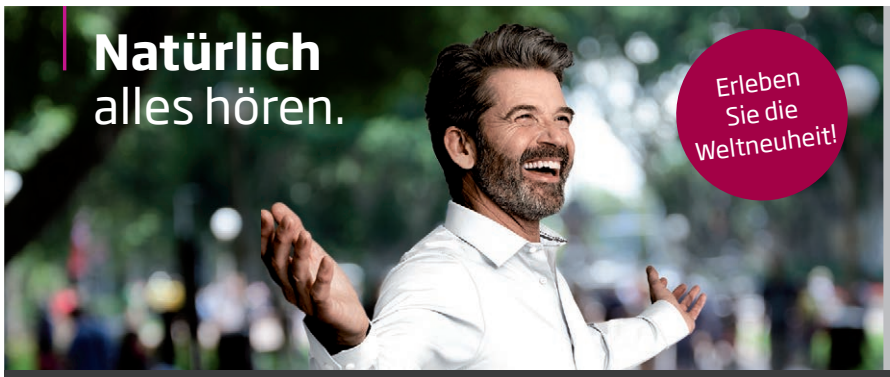
Deshalb haben die Bochumerinnen auf eine Originaldatei verzichtet. „Das Besondere an unserem Test war, dass wir keine saubere Audiodatei zum Vergleich genutzt haben, sondern nur die gestörte Datei selbst“, erklärt Kolossa. Mit diesem Ansatz war die Vorhersage genauer als mit der STOI-Methode. Ein weiterer Vorteil: „Unser Modell bietet auch die Möglichkeit, in weiteren Tests die Hörschädigung direkt bei der Verständlichkeitsvorhersage mit zu berücksichtigen.“

Um genau diesen Anwendungsbereich zu untersuchen, testet Karbasi die Methode nun auch in einem Projekt mit Hörgeschädigten. Im besten Fall resultieren daraus Ansätze, Hörgeräte so zu optimieren, dass sie automatisch erkennen, in welcher Situation sich der Träger befindet. Wenn er oder sie von einer stillen Straßenszenerie in eine Kneipe geht, soll das Hörgerät automatisch erkennen, dass mehr Geräusche vorhanden sind. Entsprechend würde es die störenden Töne herausfiltern, möglichst ohne die Sprachsignalqualität zu beeinflussen. Ziel der Forscherinnen ist es, Algorithmen zu entwickeln, die abhängig von der individuellen Wahrnehmungsschwelle oder der Art der Hörschädigung die Sprachverständlichkeit schätzen und optimieren können.

Weniger Tellerklappern, kein zu lautes Gespräch vom Nachbartisch. Das Hörgerät würde zu einem intelligenten Hilfsmittel werden und Sprache für Hörgeschädigte in jeder Situation verständlicher machen.

Text: kg, Fotos: rs

Anzeige



WINKELMANN
Ihr Treffpunkt für gutes Hören.

- Wittener Straße 241
  44803 Bochum-Altenbochum
  Telefon 0234 - 297 02 41
  altenbochum@winkelmann-hoerakustik.de
- Markstraße 422
  44795 Bochum-Weitmar/Mark
  Telefon 0234 - 539 97 11
  weitmar@winkelmann-hoerakustik.de

Mehr Lebensqualität testen: Mit **Oticon Opn™** nachweisbar leichter hören

Mit Oticon Opn erleben Sie Hören mit Hörgeräten so natürlich wie nie zuvor. Oticon Opn arbeitet so schnell und präzise, dass Sie sich wieder leichter mit mehreren Gesprächspartnern in lauter Umgebung unterhalten können. Weil die Hörgeräte Ihre mentalen Ressourcen schonen, hören Sie rundum alles, verstehen Sie leichter und Sie können sich mehr merken. **Jetzt Probe tragen!**

WIR HABEN

BOCK AUF BOCHUM

Mehr Infos unter:
www.stadtwerke-bochum.de

STADTWERKE
BOCHUM

Ruhrdeutsch

BEI UNS IS DAT NE MANTAPLATTE! ODER?

Ein beliebtes Gericht im Ruhrgebiet: die Mantaplatte. Anders als viele meinen, ist der Begriff linguistisch betrachtet allerdings nicht typisch Ruhrdeutsch.

Was Ruhrdeutsch ist und was nicht, ist selbst für Sprecher des Dialekts oft nicht leicht zu sagen. Die Darstellung in den Medien trägt dazu ihren Teil bei.

„Dat Wechselgeld kannse behalten." Wer das hört, weiß, er ist im Ruhrpott. „Dat" und „kannse" – klassischer kann Ruhrdeutsch schließlich gar nicht klingen. Oder? Dr. Kerstin Kucharczik räumt mit einem Vorurteil auf: „Die t-Endung bei dat und wat und die Kontraktionen wie hasse, kannse, willse sind eigentlich gar nicht isoliert typisch für das Ruhrdeutsche. Man kann sie auch in anderen Regionen finden", erklärt die Wissenschaftlerin vom Germanistischen Institut der RUB. Stattdessen gebe es viele Besonderheiten im Ruhrdialekt, die den Menschen nicht bewusst seien.

Kucharczik leitet seit 2006 das Projekt „Korpus der gesprochenen Sprache des Ruhrgebiets". Obwohl das Forschungsvorhaben derzeit keine Finanzierung hat, untersuchen sie und ihre Kollegen mit Leidenschaft die typischen Merkmale des Ruhrdeutschen – aus Freude an dem Thema und weil sie bei den Menschen ein Bewusstsein dafür schaffen wollen, was das Besondere an ihrer Umgangssprache ist.

„DIESE POMMES-BUDEN-MENTALITÄT WIRD DEM RUHRGEBIET GERN ZUGESCHRIEBEN."

Steffen Hessler

Heinz Menge, pensionierter Professor des Germanistischen Instituts und heute noch eng mit diesem verbunden, weiß aus Erfahrung, was es heißt, sich nicht über die eigenen Sprachbesonderheiten im Klaren zu sein. „Meine Schweizer Kommilitonen fragten mich früher gern, ob ich das Wort Gelsenkirchen für sie sagen könnte", erzählt er. „Wenn ich das tat, lagen sie unter dem Tisch vor Lachen."

Menge dachte, das läge an seiner Unfähigkeit, ein gerolltes R auszusprechen. „Ich habe erst Jahre später gemerkt, dass meine Kommilitonen nicht über die Aussprache des R gelacht hatten", berichtet der Linguist, „sondern über die Art, ▸

wie ich den Vokal davor in die Länge gezogen habe: Gelsenkiirchen.“ Eine typische Eigenart im Sprachgebrauch des östlichen Ruhrgebiets. Dem Bochumer Team geht es mitnichten darum, die Ruhrgebietsbewohner auf Unzulänglichkeiten in ihrem Dialekt hinzuweisen. Im Gegenteil. „Wir wollen etwas für das Prestige der Sprache tun“, erklärt Menge. „Das Ruhrdeutsche ist früher derart diskriminiert worden – als Polnisch-Platt oder kaputtes Deutsch –, dass sich viele ihrer Sprache geschämt haben.“ Dafür sehen die Forscher keinen Grund. Vielmehr sei es wichtig, sich über die Eigenheiten des Dialekts im Klaren zu sein, sodass man ihn bei Bedarf abstellen könne. „Es gibt Situationen, in denen es nicht angemessen ist, Dialekt zu sprechen, etwa im Deutschunterricht in der Schule“, sagt Kerstin Kucharczik. „Auf dem Schulhof ist das aber doch nicht schlimm.“

Forscher im Schrebergarten

Aber was ist Ruhrdeutsch? Und wie verändert es sich? Das dokumentieren die Bochumer Germanisten mit dem Korpus der gesprochenen Sprache des Ruhrgebiets. In den 1980er-Jahren zeichneten RUB-Forscher Unterhaltungen mit Kleingärtnern im Ruhrgebiet auf, die das Team um Kerstin Kucharczik später in mühsamer Arbeit transkribierte (siehe news.rub.de/ruhrdeutsch). Daraus entstand ein umfassendes Korpus, das all die typischen Merkmale des Ruhrdeutschen enthält. Um diese in Schriftform darstellen zu können, mussten die Linguisten sich teils neue Zeichen ausdenken. Denn die geläufigen Transkriptionsverfahren orientierten sich am Hochdeutschen und konnten sprachliche Phänomene wie „scho’ma’“, ruhrdeutsch für „schon mal“, nicht abbilden.

Mit den gleichen Methoden erstellte das Team vom Germanistischen Institut im Jahr 2012 ein Vergleichskorpus. Dabei half ihnen das Projekt „Linguistische Datenanalyse am Beispiel des Ruhrdeutschen“, das das RUB-Rektorat als Initiative für forschendes Lernen förderte. „Wir freuen uns, dass die Forschung zum Ruhrdeutschen durch das Projekt stärker an der Uni verankert wurde“, sagt Steffen Hessler, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Germanistischen Institut. „Die Studierenden nehmen das Angebot sehr gut an.“ Sie trugen rund 40 Stunden Tonmaterial verschiedener Sprecherinnen und Sprecher aus dem Ruhrgebiet zusammen und lernten anhand der Aufzeichnungen, diese zu transkribieren und zu analysieren. Alt- und Neukorpus verwaltet heute die Universitätsbibliothek der Ruhr-Universität.

Hessler hat bereits erste Vergleiche zwischen den Korpora angestellt. „Auffällig ist, dass der am-Progressiv – so etwas wie ‚Ich bin am Kochen‘ – im Ruhrdeutschen häufiger geworden ist“, sagt er. In erster Linie interessiert ihn aber eine andere Forschungsfrage. Nämlich wie das Ruhrdeutsche in Medien dargestellt wird, und wie diese Darstellung auf den Dialekt zurückwirkt. In diesem Kontext unterscheidet Steffen Hessler zwischen dem Regiolekt, also der tatsächlich gesprochenen Sprache im Ruhrgebiet, und dem Mediolekt, also der in den Medien überspitzt dargestellten Sprache. Für seine Analyse sammelte Hessler unterschiedliche Medien mit ruhrdeutschen Inhalten: Filme, Comedy- und Kabarett-Sendungen, Romane und Youtube-Videos. Selbst Ansichtskarten aus dem Pott mit Dialektsprüchen bezog er ein. „Mir war wichtig, dass die analysierten Medien eine große Reichweite haben“, erklärt der Linguist. „Viele Menschen sind fast täglich an Bahnhöfen, und dort sind die Dialektkarten unheimlich präsent.“

Gesprächen in Bus und Bahn lauschen

Das medial dargestellte Ruhrdeutsch verglich Steffen Hessler mit dem Neukorpus und mit Hörbelegen. „Ich habe mich an öffentlichen Plätzen aufgehalten, zum Beispiel in Bus und Bahn oder auf Weihnachtsmärkten, den Gesprächen gelauscht und interessante Hörbelege notiert“, beschreibt er das Vorgehen. Der Wissenschaftler achtete vor allem auf besondere grammatikalische Strukturen, etwa die beliebten Possessivkonstruktionen wie „dem Karl seine Frisur“. Dabei braucht es ein feines Gehör. „Gerade diese Possessivkonstruktionen wie: ‚Kind, dann fahr doch mit de Mama ihr Auto‘ nutzen die Leute häufig als Sprachspiel und nicht, weil sie wirklich so reden würden“, weiß Steffen Hessler. „Medial wird das oft umgedeutet und so dargestellt, als ob die Leute es nicht besser wüssten. Solche Konstruktionen tauchen in einigen Medien stark gehäuft auf.“ In der Tat sei es im Einzelfall häufig schwer zu entscheiden, ob der Sprecher einen Scherz mache oder wirklich so spreche.

Überspitzt in den Medien

Am Ende hatte Steffen Hessler Daten aus verschiedenen Medien und aus dem Neukorpus sowie selbst notierte Hörbelege zur Verfügung. Auszüge daraus analysierte er im Detail, indem er die Sprache in bestimmte Kategorien einteilte. Eine Kategorie waren beispielsweise Initialformen mit „am“ wie in „Et fängt am regnen“; eine andere war der Dativ bei richtungsweisenden Präpositionen wie in „Geh du ma am Telefon“. Für jede Kategorie notierte Hessler charakteristische Beispiele. So kamen über 1.500 Seiten Analyse zusammen. Der Wissenschaftler arbeitete heraus, welche Merkmale in den Medien gehäuft und stilisiert auftauchen. Sein Fazit: Im Mediolekt werden einige Einzelelemente aus dem Ruhrdeutschen häufiger als üblich verwendet, fast in jedem Satz und dann noch überspitzt. Dabei fokussiert die mediale Darstellung auch Merkmale, die eigentlich nicht typisch für das Ruhrdeutsche sind. Hingegen werden repräsentative Eigenheiten oft gar nicht genutzt. „Das beste Beispiel ist die Längung des Vokals wie bei Gelsenkiirchen“, veranschaulicht Hessler. In den Medien, etwa Comedy-Sendungen, höre er das nie. „Die meisten, die Ruhrdeutsch-Comedy machen, kommen zwar aus dem Ruhrgebiet. Aber es ist ihnen oft gar nicht bewusst, dass diese Längung tatsächlich ein Merkmal ist, anhand dessen andere merken, dass jemand regiolektal spricht“, sagt der Forscher.

Auf der anderen Seite verbinden die Medien mit dem Ruhrgebiet gern eine grammatikalische Konstruktion, die gar nicht typisch für die Region ist. Nämlich zusammengesetzte Substantive, die etwas völlig anderes bezeichnen, als die beiden ▸

Mit Leidenschaft dokumentieren Heinz Menge, Kerstin Kucharczik und Steffen Hessler (von links) die Besonderheiten der Ruhrgebietssprache.

> „WIR WOLLEN ETWAS FÜR DAS PRESTIGE DER SPRACHE TUN.“
>
> *Heinz Menge*

Grau und zugequalmt, so wird der Ruhrpott häufig dargestellt. Auch in Bezug auf die Sprache der Region gibt es viele Vorurteile.

Nicht nur Schriftstücke, auch Tonaufzeichnungen sind für die Linguisten wertvolles Sprachmaterial.

In Ruhrdeutsch-Wörterbüchern werden häufig Begriffe aufgelistet, die eigentlich gar nicht typisch für den Dialekt sind.

Komponenten vermuten lassen. Ein berühmtes Beispiel ist der Mantateller oder die Mantaplatte, eine Umschreibung für das Gericht Currywurst mit Pommes frites. „Diese Zusammensetzungen mit einem Touch von Unterklassigkeit und diese Pommesbuden-Mentalität werden dem Ruhrgebiet gern zugeschrieben und von den Medien immer wieder durchgewalzt“, beschreibt Steffen Hessler. „Auch Ruhrdeutschsprecher sehen das als typische Begriffe ihres Dialekts an, obwohl solche sprachlichen Konstruktionen in allen Regionen vorkommen. Da überdeckt der Mediolekt den Regiolekt.“

Migration und Dialekt

Diese Erkenntnis zog Steffen Hessler unter anderem aus Umfragen, die er mit Studierenden und Abiturientinnen und Abiturienten durchführte. Zusammengesetze Substantive wie Mantaplatte oder Deutschlandteller identifizierten die Befragten als typisch Ruhrdeutsch, ebenso wie „wat“ und „dat“ und Kontraktionen wie „kannse“ und „hasse“ – obwohl das nicht die repräsentativen Merkmale des Dialekts sind. Viel typischer ist etwa der Gebrauch der aus dem Niederdeutschen stammenden Verkleinerungsform auf die Endung -ken. So sagt man im Ruhrgebiet etwa Bömsken für Bonbons oder Bütterken für Butterbrot. Den Sprechern ist allerdings nicht bewusst, dass sie prinzipiell jedes Substantiv auf diese Weise verniedlichen könnten. Sie nehmen die Wörter als eigene Begriffe wahr. Dennoch fiel nur wenigen Befragten in Hesslers Studie dieses Ruhrdeutsch-Merkmal ein.

Bei vielen Bewohnerinnen und Bewohnern des Ruhrgebiets scheint der Mediolekt bekannter zu sein als der Regiolekt. „Natürlich ist der Mediolekt Teil des Ruhrdeutschen, aber er ist nicht das, was auf der Straße gesprochen wird“, fasst Steffen Hessler zusammen. „Das ist auch nicht schlimm. Mir ist nur wichtig, dass es ein Bewusstsein dafür gibt, dass das etwas anderes ist als der tatsächliche Regiolekt.“

Das Team vom Germanistischen Institut der RUB verfolgt gespannt, wie sich der Ruhrdialekt im Lauf der Zeit wandelt. Ungewiss ist, ob Zuwanderer das Ruhrdeutsche in Zukunft verändern werden. Das ist nicht notwendigerweise zu erwarten, wenn man auf die Geschichte schaut. Viele glauben, polnische Einwanderer hätten den Ruhrdialekt einst geprägt. Aber das stimmt nicht. Das Ruhrdeutsche leitet sich vom Plattdeutschen ab; viele Begriffe kommen außerdem aus dem Jiddischen. Das Polnisch der Einwanderer hatte aber kaum einen Einfluss. So wird der heute typische Ruhrdialekt wohl auch in Zukunft zu hören sein.

Text: jwe, Fotos: rs

SPRACHLANDSCHAFT RUHRGEBIET

INFO

Die beiden RUB-Alumni Heinz Menge und Ullrich Spiegelberg haben das Projekt „Sprachlandschaft Ruhrgebiet“ ins Leben gerufen, unterstützt von der Stadtverwaltung Gelsenkirchen. Ihr Ziel ist es, mit einer Forschungsbibliothek das Wissen um die Umgangssprache zu dokumentieren und zu verbreiten. Sie sammeln sämtliche Bücher und Aufsätze über das Ruhrdeutsche. Unter anderem auch Menges 2013 herausgegebenes Buch „Der Ruhrdialekt“ ist hier zu finden. Das Material und ihre Expertise stellen Menge und Spiegelberg Studierenden und Schülern zur Verfügung, die beispielsweise eine Arbeit über das Ruhrdeutsche schreiben wollen.

↗ *www.sprachlandschaft-ruhrgebiet.de*

Die lateinische Übersetzung links neben dem arabischen Text hilft, die grammatikalische und inhaltliche Struktur des Originals besser als mit einer direkten deutschen Übersetzung abzubilden.

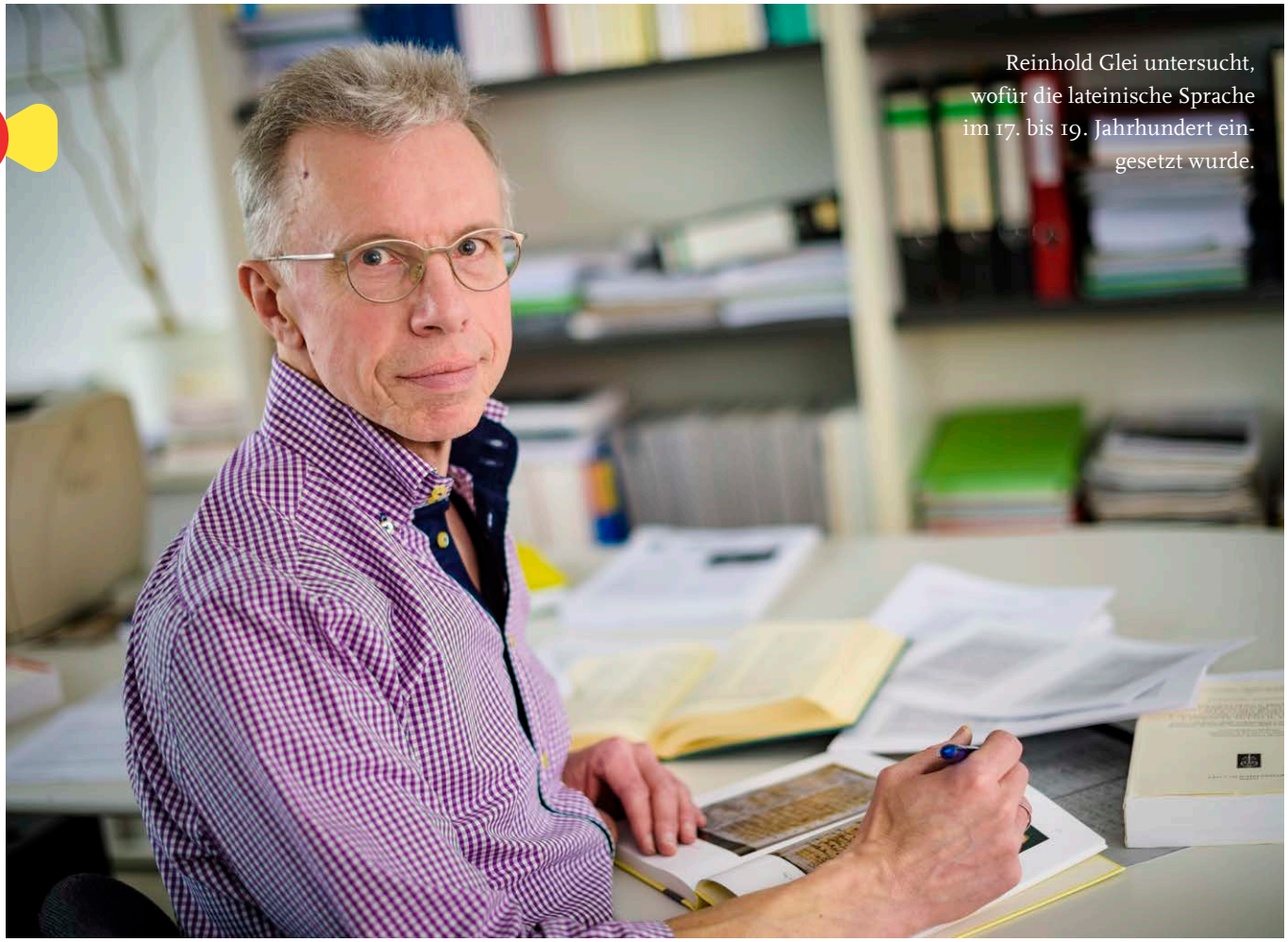
Latein

VON DER WELTSPRACHE ZUM ANALYSEINSTRUMENT

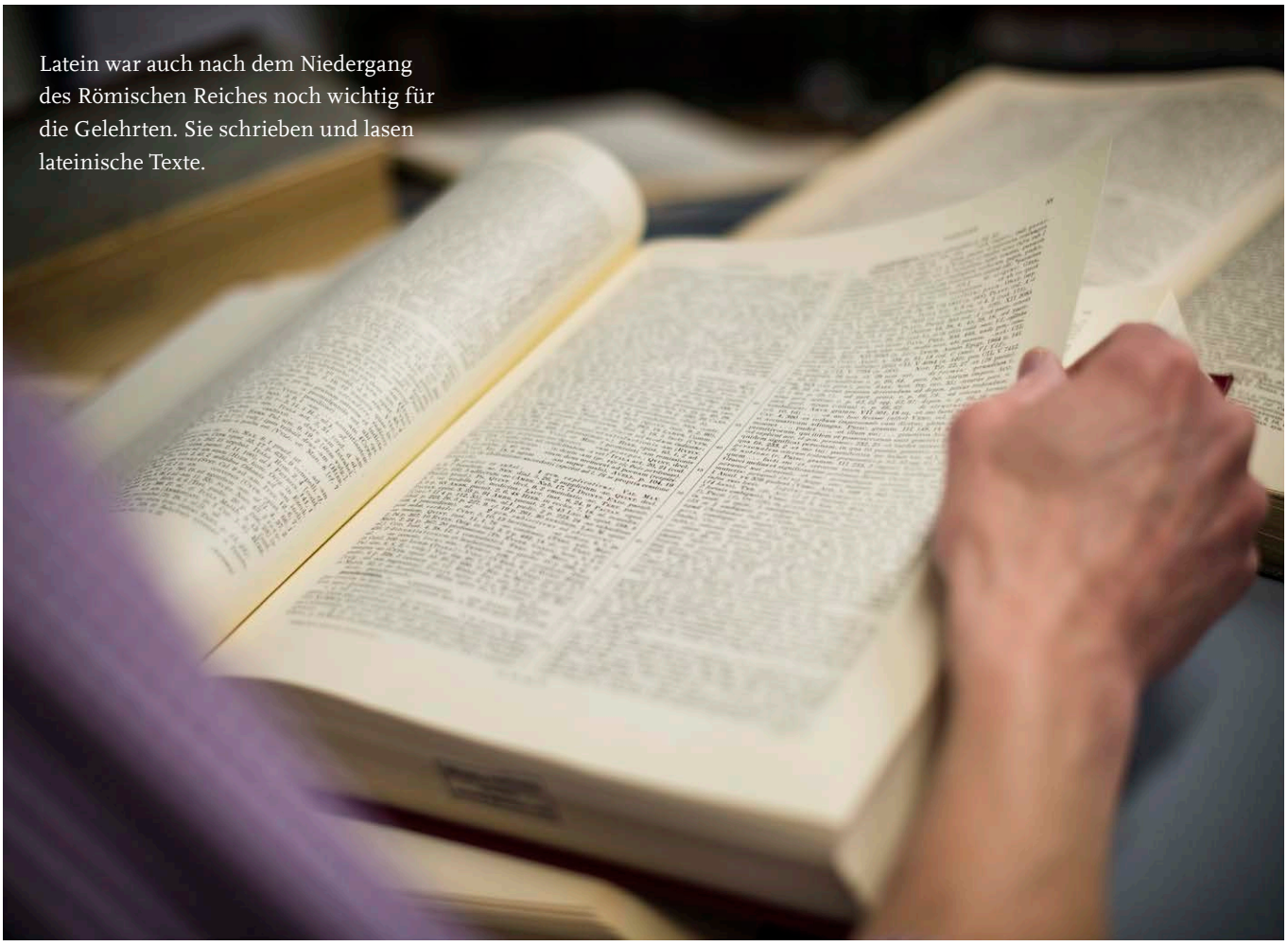
Wer früher zur Bildungselite dazugehören wollte, kam an der Weltsprache Latein nicht vorbei. Seither hat sich viel verändert. Aber verschwunden ist Latein noch lange nicht.

Latein galt lange als Sprache der Mächtigen und Gelehrten. Sie war nicht nur die Verwaltungssprache der alten Römer, sondern verbreitete sich während des Römischen Reiches auch im gesamten Mittelmeerraum bis in den Norden und Osten Europas. Heute hat man mit Latein noch an Gymnasien oder in geisteswissenschaftlichen Studiengängen zu tun. Aber dann geht es ums Lesen und Schreiben. Niemand spricht mehr Latein als Muttersprache. Prof. Dr. Reinhold Glei vom Bochumer Lehrstuhl für Lateinische Philologie untersucht, wie sich Latein über die Jahrhunderte entwickelt hat und in welchen Kontexten es nach seinem Ende als Weltsprache auftauchte.

Latein entstand um die Metropole Rom herum in der Region Latium. Während des Römischen Reiches erlebte es von 753 vor bis 476 nach Christus eine Hochphase. Doch schon ab 400 nach Christus verloren die alten Römer Macht über einige Gebiete, und ihr Reich schrumpfte. In der gesprochenen Sprache setzten sich in den verschiedenen Regionen lokale Dialekte gegen das klassische Latein durch. Die meisten Texte wurden jedoch bis in die Frühe Neuzeit weiterhin auf Latein verfasst. „Latein blieb die Bildungssprache der westlichen Welt, die jeder lernen musste, der am Bildungswesen teilhaben wollte“, so Glei. Erst ab dem 16. Jahrhundert wurden die Volkssprachen auch im Bildungsbereich präsenter. ▸



Reinhold Glei untersucht, wofür die lateinische Sprache im 17. bis 19. Jahrhundert eingesetzt wurde.



Latein war auch nach dem Niedergang des Römischen Reiches noch wichtig für die Gelehrten. Sie schrieben und lasen lateinische Texte.

> LATEIN WURDE ALS WERKZEUG GENUTZT.
>
> *Reinhold Glei*

Doch Latein verschwand auch in den folgenden Jahrhunderten nicht ganz und behauptete weiterhin seinen Platz neben den Volkssprachen. Aber warum fand das Lateinische noch Anwendung? Reinhold Glei hat erste Forschungserkenntnisse zu dieser Frage. Er stellte bei der Analyse lateinischer Texte aus dem 17. bis 19. Jahrhundert fest, dass diese eine ganz besondere Funktion erfüllten. Sie dienten als Instrument, um Sprachen, die bis dahin in der abendländischen Kultur wenig bekannt waren, besser verstehen und übersetzen zu können.
Arabisch, Sanskrit, Chinesisch: Diese Sprachen waren neu für die westliche Kultur. Ihre Satzstrukturen und Bedeutungen forderten die Gelehrten heraus. „Hätte man die fremdsprachlichen Texte mit einer gesprochenen Sprache wie Deutsch übersetzt, wäre man an die entsprechenden grammatikalischen Strukturen gebunden gewesen. Mit Latein war man freier in der Übersetzung“, so Glei. Weil Latein in dieser Zeit schon längst keine gesprochene Sprache mehr war, konnten sich die Übersetzer von bestimmten Vorgaben lösen. Sie bauten die Sätze der fremden Sprachen mit Latein nach. Das war möglich, da es in dieser Zeit keinen Muttersprachler mehr gab, der sich an einem ungewöhnlichen Satzbau im Lateinischen hätte stören können.
Diese Methode hatte für die Gelehrten einen entscheidenden Vorteil: Sie konnten zunächst einen neutralen Text erstellen, bevor sie ihn in die jeweilige Volkssprache übersetzten. Strukturen und Bedeutungen aus dem Original wurden damit genauer in die Übersetzung transportiert. Jede gesprochene Sprache ist kulturell vorbelastet und färbt damit auf Texte ab. Mit Latein wurde dieser Effekt vermieden. „Es ist interessant zu sehen, wie man historisch mit der Sprache umgegangen ist und wozu man sie genutzt hat“, so Reinhold Glei. Der Forscher bezeichnet Latein in der Übersetzungsfunktion als Epi-Sprache. Epi ist griechisch für „auf“ oder „über“. „Man legte Latein über die fremde Sprache, ohne sie und ihre Struktur verschwinden zu lassen. Das Lateinische wurde als Werkzeug genutzt“, sagt Glei. Letztlich war es ein praktikabler Weg, um neue Sprachen zu analysieren.
Den Begriff Epi-Sprache hat Glei nicht erfunden, sondern in einen neuen Kontext gebracht. Zunächst wurde in der Psychologie im Zusammenhang mit dem kindlichen Erstspracherwerb von der Epi-Sprache gesprochen. Der Ausdruck bezieht sich darauf, wie Kleinkinder unterbewusst Strukturen in der Sprache wahrnehmen. Linguisten haben den Begriff später auf die Sprache selbst übertragen. Daher erschien er dem Philologen für seine Analyseergebnisse passend.

Um Latein als Übersetzungsinstrument zu untersuchen, sammelt der Bochumer Wissenschaftler Analysebeispiele verschiedenster Sprachen. Neben Arabisch und Chinesisch untersucht er auch hebräische, persische oder georgische Texte. Dabei vergleicht er auszugsweise die lateinischen Übersetzungen mit den Originalen und arbeitet heraus, inwiefern die Latein-Versionen die Strukturen der ursprünglichen Sprache abbilden. Zum Beispiel untersuchte Glei verschiedene Koran-Übersetzungen. „Als Christen die ersten Koranübersetzungen machten, wurde der Text meist ideologisch aufgeladen. Das führte zu Verfälschungen in den Übersetzungen“, sagt er. Mit Latein als Epi-Sprache wurde das Problem zwar nicht komplett behoben, aber es war möglich, die Struktur des Arabischen neutraler darzustellen. Noch steht die Forschung zur Epi-Sprache in den Anfängen. Reinhold Glei möchte aber weitere lateinische Übersetzungen aus verschiedenen Sprachen analysieren, um die Funktion der Epi-Sprache besser verstehen zu können. Auch eine andere alte Weltsprache, nämlich das Altgriechische, möchte der Philologe genauer untersuchen. Sein erster Eindruck ist jedoch: „Das Altgriechische scheint seltener als Epi-Sprache aufzutreten. Vielleicht weil es eben nicht tot ist, sondern im Neugriechischen weiterlebt.“
Die Sprachen der Mächtigen und Gelehrten sind heute andere als vor 2.000 Jahren. Doch Latein taucht in unserem Alltag immer noch auf. Ob Virus, Palast oder Senior: Viele heutige Begriffe haben lateinische Wurzeln. Die Sprache hat es geschafft, Jahrhunderte zu überdauern und kann auch heute noch helfen, fremde Sprachen besser zu verstehen.

Text: kg, Fotos: dg

LATEIN ALS LINGUISTISCHES INSTRUMENT

INFO

Zwar nutzen Linguisten heute andere Methoden als die Epi-Sprache, trotzdem gibt es einen Trend, Latein zum Beispiel bei der Textrekonstruktion als linguistisches Instrument einzusetzen. Verloren gegangene lateinische Schriften können aus vorhandenen Übersetzungen anderer Sprachen zurückübersetzt werden.
Reinhold Gleis Student, Niklas Gutt, hat es mithilfe von Stilanalysen und Zweitquellen geschafft, einen verlorenen Schluss eines Cäsar-Textes zu rekonstruieren. Gutt recherchierte dafür aus verschiedenen antiken lateinischen und griechischen Quellen den Inhalt des verloren gegangenen Textes. Mit den Ergebnissen der Stilanalysen anderer Werke Cäsars ahmte der Student die Schreibart Cäsars nach und rekonstruierte den lateinischen Text.

Neurowissenschaft

WENN VERSCHIEDENE GEHIRNE SPRECHEN

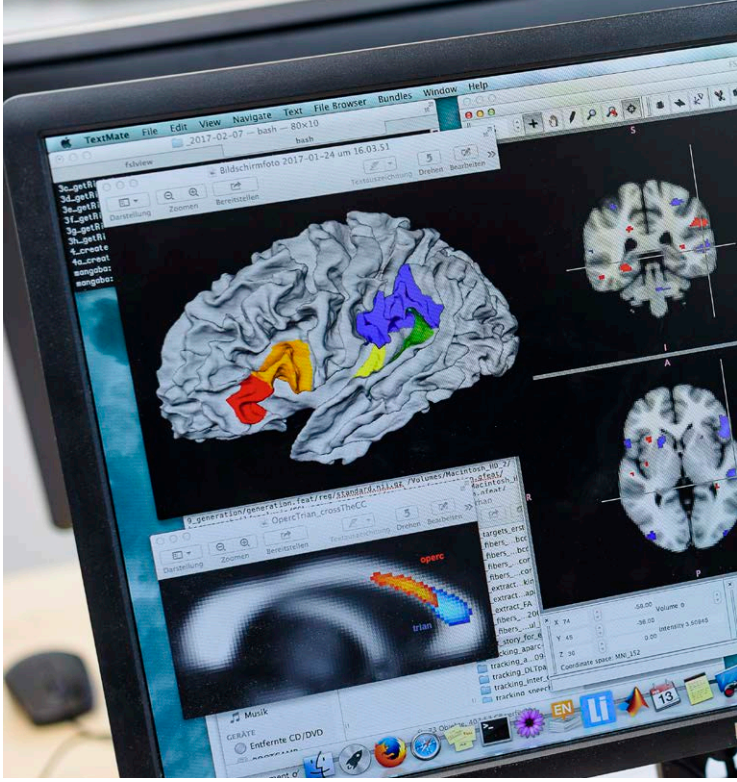
Mühelos erzeugt das Gehirn gesprochene Worte. Die zugrunde liegende Hirnaktivität sieht aber bei jedem Menschen etwas anders aus. Warum?

Alle sprechen. Die Gehirne machen trotzdem nicht dasselbe.

Kein Gehirn ist wie das andere. Bei manchen Menschen ist es ein bisschen größer oder ein bisschen schwerer als bei anderen, manche haben mehr graue, andere mehr weiße Substanz. In wissenschaftlichen Studien werfen Hirnforscher am Ende der Datenerhebung üblicherweise alle Gehirne in einen Topf und bilden einen Mittelwert. Nicht so Patrick Friedrich. Der Doktorand in der Arbeitseinheit für Biopsychologie interessiert sich für die Unterschiede zwischen den Gehirnen verschiedener Personen. Aber nicht nur auf anatomischer Ebene. Mit der funktionellen Kernspintomografie erfasst er auch Unterschiede in der Hirnaktivität.

Einen Fokus legt Friedrich auf das Broca-Areal. Es ist für die Produktion von Sprache verantwortlich und liefert den motorischen Hirnregionen Input, die den Sprachapparat mit den Stimmbändern steuern. Das Broca-Areal ist selbst dann involviert, wenn Menschen sich Wörter nur ausdenken und nicht laut aussprechen – allerdings bei verschiedenen Leuten in unterschiedlichem Ausmaß. Bei einigen erstreckt sich die Broca-Aktivierung über eine größere Fläche als bei anderen Personen. Woran das liegt, wollte Patrick Friedrich herausfinden. Dazu schaute sich der Biopsychologe aus dem Team von Prof. Dr. Dr. h. c. Onur Güntürkün nicht nur das vorn im Gehirn liegende Broca-Areal an. Er untersuchte auch weiter hinten im Gehirn liegende Areale, die mit Sprache zu tun haben: den primären auditorischen Kortex, also die Eingangsstation für akustische Signale in der Großhirnrinde, und zwei Bereiche, die gemeinsam das Wernicke-Areal bilden, welches verantwortlich für das Wahrnehmen von Sprache ist.

Vom primären auditorischen Kortex und vom Wernicke-Areal ziehen dicke Nervenfaserbündel ins weiter vorn gelegene Broca-Areal. Kann die Masse dieser Faserbündel die unterschiedlich großen Broca-Aktivierungen erklären? Vorstellbar wäre, dass Menschen mit einer besonders stark ausgeprägten Verbindung zwischen vorderen und hinteren Arealen ausge- ▸



Das Puzzleteil, das Patrick Friedrich in seiner Studie gefunden hat, könnte eines Tages in ein größeres Bild passen, das die interindividuellen Unterschiede von Gehirnen erklärt.

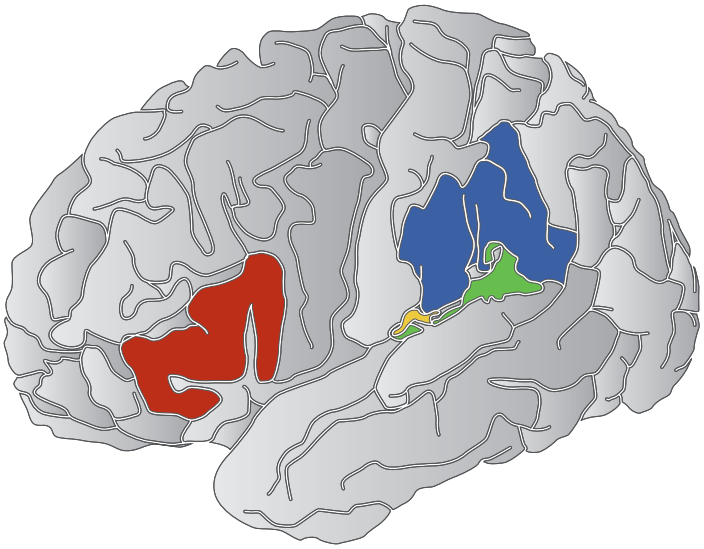
dehntere Aktivierungen im Broca-Areal zeigen. Neben der strukturellen Verbindung kommt aber noch ein anderer Parameter infrage: die funktionelle Verbindung. „Wir können untersuchen, wie die Aktivität des Broca-Areals in Wechselbeziehung mit der Aktivität eines anderen Areals steht“, erklärt Friedrich. So kann er zum Beispiel analysieren, ob das Broca-Areal genau dann besonders aktiv ist, wenn auch der primäre auditorische Kortex stark aktiv ist.

Wörter ausdenken

Um die strukturellen und funktionellen Daten zu erheben, untersuchte Patrick Friedrich 105 Probandinnen und Probanden im Kernspintomografen. Aufgabe der Teilnehmer war es, sich so viele Wörter wie möglich zu bestimmten Anfangsbuchstaben auszudenken. Als Kontrolle zeichnete der Biopsychologe die Hirnaktivität auf, während die Personen ohne bestimmte Aufgabe auf ein Kreuz schauten. „Wir haben sie gebeten, in dieser Zeit nicht an Wörter zu denken“, erzählt er. „Ob das immer klappt, können wir natürlich nicht kontrollieren.“ Da die Analyse aber deutliche Unterschiede zwischen Kontrollbedingung und Wortaufgabe hervorbrachte, sei es wahrscheinlich, dass die Probandinnen und Probanden der Anweisung gefolgt seien.

Für die Analyse fokussierte sich Patrick Friedrich auf die Aktivität im Broca-Areal, im primären auditorischen Kortex sowie in den beiden Wernicke-Regionen. Er bestimmte, wie stark die Aktivität im Broca-Areal von den drei hinten liegenden Arealen abhing. Außerdem zeichnete er strukturelle Aufnahmen des Gehirns auf und ermittelte das Volumen der Faserbündel zwischen den untersuchten Regionen. So kamen sechs Einflussfaktoren zusammen, die das Ausmaß der Aktivität im Broca-Areal erklären könnten: die Dicke der Faserbündel vom Broca-Areal zum primären auditorischen Kortex und zu den beiden Regionen des Wernicke-Areals. Und die Stärke der funktionellen Verbindung vom Broca-Areal zu den drei hinten liegenden Sprachregionen.

„Wir sind davon ausgegangen, dass besonders ein bestimmter Teil des Wernicke-Areals das Ausmaß der Aktivität im Broca-Areal erklären kann. Dieser Bereich ist nämlich durch einen Hauptfasertrakt mit dem Broca-Areal verbunden“, er-



Diese Hirnregionen, alle in Sprache involviert, hat Patrick Friedrich analysiert.

Die Nervenfaserbündel im Gehirn lassen sich nicht wie mit einer Fotokamera ablichten. Es braucht eine aufwendige Datenauswertung, um auf ihre Anatomie zu schließen.

klärt Patrick Friedrich. Die bisherigen Ergebnisse zeigen: Von den sechs möglichen Einflussfaktoren stach einer hervor, und es war keine strukturelle, sondern eine funktionelle Verbindung. Die Aktivität im primären auditorischen Kortex hatte den stärksten Einfluss auf das Ausmaß der Broca-Aktivität. Je stärker die Kommunikation zwischen dem Broca-Areal und dem primären auditorischen Kortex, desto größer war der aktive Anteil des Broca-Areals während der Sprachproduktion.

Aber warum ist der primäre auditorische Kortex überhaupt relevant, wenn die Probanden gar nicht laut gesprochen haben? Schließlich dachten sie sich die Wörter im Stillen aus. Eine mögliche Erklärung liefert ein Sprachmodell von Frank Guenther. Nach diesem Modell ist das Broca-Areal in zwei funktionelle Verarbeitungsschleifen eingebunden. Die erste Schleife stellt eine Verbindung vom Broca-Areal zum motorischen Kortex her, welcher die Artikulation von Sprache über die Stimmbänder initiiert. Bei der zweiten Schleife handelt es sich um einen Feedback-Loop. Mit ihm überprüft das Gehirn, ob das Gehörte identisch ist mit dem, was ausgesprochen werden sollte. Ist das nicht der Fall, sendet der primäre auditorische Kortex ein Fehlersignal.

Da sich die Probanden die Wörter nur vorstellten, gab es für den auditorischen Kortex nichts zu hören. Es müsste also ein Fehlersignal entstehen. Das Team der Arbeitseinheit Biopsychologie vermutet: Der gefundene Zusammenhang der Broca-Aktivität mit dem auditorischen Kortex beruht auf dessen Funktion als Fehlerdetektor.

„Ob diese Interpretation stimmt, können wir heute natürlich nicht endgültig sagen“, erklärt Patrick Friedrich. „Nichtsdestotrotz erscheint sie sinnvoll. Sprache ist schließlich ein dynamischer Prozess. Wenn wir sprechen, warten wir auf Feedback, lauschen dem eigenen Wortfluss oder warten auf die Reaktion unseres Gegenübers.“ Diese Dynamik sieht der Forscher in den beobachteten Aktivitätsmustern widergespiegelt. Und bei jedem Menschen äußert sie sich ein wenig anders.

Text: jwe, Fotos: dg

Im Gespräch

WISSENSCHAFT UND MYSTERIUM

Bei seiner Arbeit stößt Patrick Friedrich an die Grenzen des wissenschaftlich Möglichen.

Wer die Hirnaktivität von Menschen im Kernspintomografen untersucht, wird niemals zwei identische Aktivitätsmuster sehen. Hier und da gibt es immer Unterschiede zwischen den Personen (siehe „Wenn verschiedene Gehirne sprechen“, Seite 48).

Herr Friedrich, wenn Sie eine Ursache für Unterschiede in der Hirnaktivierung verschiedener Menschen finden, können Sie dann die gesamte Varianz zwischen den Leuten erklären?

Nein, wir können etwa 30 Prozent der Varianz bei einer spezifischen Aufgabe erklären. Das ist nicht viel. Aber es ist besser, als völlig im Dunkeln zu tappen. Wir sind mit einem typischen Problem in der Neurowissenschaft konfrontiert. Das Gehirn ist zu komplex, als dass man alle Einflüsse auf einmal untersuchen könnte. Wir arbeiten mit womöglich nicht perfekten Modellen, die durch womöglich nicht perfekte Methoden genährt werden. Ich bezeichne das aber ungern als Problem; es ist ein schönes Mysterium.

Diese Art der Forschung scheint Ihnen zu gefallen.

Ich mag es, wenn ich am Ende einer abstrakten Analyse Rückschlüsse auf bereits vorhandenes Wissen und letztendlich auf das reale Leben ziehen muss. Als Grundlagenwissenschaftler habe ich manchmal den Eindruck, dass ich mich im Labor verschanze und sich meine Gedankenwelt nur noch um Zahlen und abstrakte Funktionen dreht. Dann ist es gut, den Schritt ins reale Leben zurück machen zu müssen.

Der Anwendungsbezug ist Ihnen also wichtig?

Ich mag jede Art von Forschung, auch die abstrakte. Oft hat man es als Grundlagenwissenschaftler schwer, seine Studien zu rechtfertigen, weil der Ertrag für den Alltag nicht unmittelbar ersichtlich ist. Natürlich sollte Forschung einen Nutzen haben oder Dinge erklären können, die Menschen sich im täglichen Leben fragen. Häufig ist der Nutzen der Grundlagenforschung für den Anwendungsbereich nur über Ecken wahrnehmbar. Sie liefert aber oft Erkenntnisse, die vielleicht nicht heute, aber für zukünftige Fragen eine Rolle spielen. Es ist so, als hätte man als Grundlagenforscher die Möglichkeit, Puzzleteile zu finden. Man weiß nicht, ob die Puzzlestücke jetzt schon in das Bild passen oder ob das Bild für sie erst noch entstehen muss.

Text: jwe, Foto: dg

Aus der Praxis

WAS TUN GEGEN SCHWERHÖRIGKEIT IM ALTER?

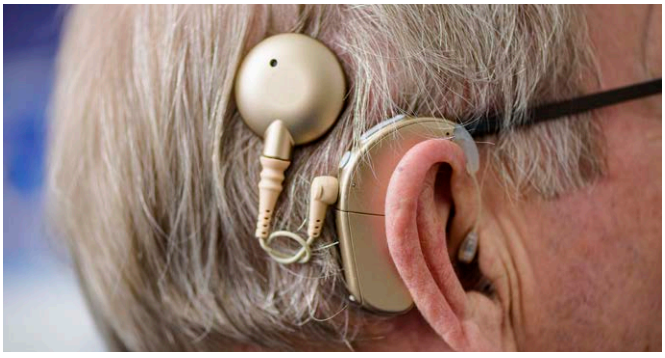
Gut hören ist dank Hightech heute auch im Alter leichter als früher. Diese Möglichkeiten gibt es.

Viele kennen das Bild noch aus ihrer Kindheit: Oma oder Opa sitzen mit der Familie am Tisch, bekommen aber vom Gespräch nur die Hälfte mit und klinken sich irgendwann aus. „Altersschwerhörig – das ist eben so“, waren sich die anderen einig.

„Schwerhörigkeit ist keine logische Folge des Alters“, erläutert Privatdozentin Dr. Christiane Völter, Spezialistin für HNO-Heilkunde. „Hörverlust kann durch Unfälle, Stoffwechselerkrankungen, Infektionen im Laufe des Lebens oder durch degenerative Prozesse entstehen, und all das trifft Menschen in höherem Alter statistisch häufiger“, erklärt sie. Mit diesem Schicksal finden sich die Betroffenen heute nicht mehr einfach ab. „Die älteren Leute sind viel aktiver, sie treiben Sport, engagieren sich in Vereinen, machen Musik. Sie wollen keine Höreinschränkung hinnehmen.“

Wenn die Vögel nicht mehr zwitschern

Anfangs lässt sich der Hörverlust noch kompensieren. „Zuerst kann man wegen der Verluste im Hochtonbereich die Vögel nicht mehr zwitschern hören und es wird schwierig, Laute wie th, f, s und sh zu unterscheiden“, erklärt die Fachärztin für Phoniatrie und Pädaudiologie der Hals-Nasen-Ohren-Klinik der Ruhr-Universität im St. Elisabeth-Hospital. Wenn es dann aber anstrengend wird, sich am Gespräch in geselliger Runde zu beteiligen oder gar die Beziehung mit dem Partner zu leiden anfängt, weil einer der beiden nur noch wenig oder langsam versteht, gehen die Leute zum Arzt.



Der Sprachprozessor eines Cochlea-Implantats wird außen getragen. Etwa 130 solcher Implantate haben die Ärzte der HNO-Klinik der RUB im Jahr 2016 eingesetzt.

Hier geht es zunächst darum, die Art und das Ausmaß des Hörverlustes zu bestimmen und die individuellen Voraussetzungen sowie die Erwartungen des Patienten zu klären. Zu den Tests, die die Mediziner in der Klinik durchführen, zählt etwa ein Sprachhörtest zur Überprüfung des Zahlen- und des Einsilberverstehens. „Neuerdings berücksichtigen wir aber auch die kognitiven Fähigkeiten der Patienten, zum Beispiel ihre Aufmerksamkeit, das Langzeitgedächtnis, die Verarbeitungsgeschwindigkeit und das Arbeitsgedächtnis“, erklärt Christiane Völter. „Aktuelle Studien haben gezeigt, dass Hörminderung und Demenz in engem Zusammenhang stehen.“ Patienten mit Hörverlust erkranken demnach überproportional häufig in den folgenden Jahren an einer Demenz.

Wie genau die Abhängigkeit ist, ist noch ungeklärt. Denkbar wäre, dass beiden Erkrankungen eine ähnliche Ursache zugrunde liegt, oder aber dass durch die vermehrte Höranstrengung keine kognitiven Ressourcen für andere Dinge vorhanden sind. Auch könnte der durch eine Hörstörung verursachte soziale Rückzug dazu führen, dass die Betroffenen zu wenig Input von außen bekommen und dadurch geistig abbauen. „Fest steht, dass bei Demenzkranken in der Praxis viel zu selten das Hören überprüft wird“, bemängelt Christiane Völter. „Und das, obwohl die Demenz-Diagnostik zum großen Teil auf der Kommunikation basiert.“ Eigene Untersuchungen am RUB-Klinikum haben erste Hinweise ergeben, dass einzelne Bereiche der Kognition mehr mit dem Hörvermögen, andere mehr mit dem Alter assoziiert sind.

Wenn feststeht, welches Ausmaß der Hörverlust hat und wo genau das Problem liegt, beraten die Mediziner die Patienten im Hinblick auf die möglichen Therapien. Audiotraining, konventionelle Hörgeräte, implantierbare Mittelohrsysteme oder Knochenleitungsimplantate und Cochlea-Implantate (CI) umfasst das Angebot.

In der Schublade verstaubt

Konventionelle Hörgeräte entsprechen schon lange nicht mehr denen, die man aus früherer Zeit kennt. „Die verstaubten meist in der Schublade, weil die Betroffenen nur wenig profitierten“, erklärt Christiane Völter. Heutzutage passen Hörgeräteakustiker das Gerät individuell an. In der Regel können die Betroffenen unterschiedliche Modelle probetragen. Durch technische Weiterentwicklungen wie zum Bei-

Für seine Schwerhörigkeit sollte sich niemand schämen müssen, meint Christiane Völter.

spiel die Integration mehrerer Mikrofone helfen die Geräte, Umgebungslärm zu unterdrücken, sodass die Träger auch bei Störgeräuschen Sprache besser verstehen können (siehe „Verständliche Sprache trotz lauter Umgebung“, Seite 36). Weil die technischen Komponenten immer kleiner werden, tolerieren die Träger Hörgeräte auch unter kosmetischen Gesichtspunkten viel besser als früher.

Die Spezialisten arbeiten außerdem daran, die Hörrehabilitation evidenzbasiert überprüfbar zu machen, denn Hören und Verstehen sind sehr subjektiv. Sie verfolgen auch telemedizinische Ansätze. In einer Kooperation mit Spezialisten vom RUB-Institut für Kommunikationsakustik um Prof. Dr. Rainer Martin geht es um eine Verbesserung des Musikgenusses für CI-Träger. Auch wenn die Implantate für das Sprachverstehen optimiert sind, übermitteln sie weniger genau die Feinstruktur eines Klanges, was bislang den Musikgenuss für die Träger mindert. Erste Untersuchungen deuten darauf hin, dass eine Vereinfachung der Musik ein möglicher Weg ist, den Patienten wieder zu mehr Freude daran zu verhelfen. „Was uns im Augenblick umtreibt, ist die Frage nach dem Ausmaß der Plastizität des menschlichen Gehirns“, sagt Christiane Völter. So gibt es elektrophysiologische Daten, die belegen, dass bei Schwerhörigen primär für das Hören verantwortliche Bereiche des Gehirns durch visuelle Reize aktiviert werden. Aber auch eine Rückbildung dieser kortikalen Reorganisation durch eine Cochlea-Implantation konnte gezeigt werden. „Hieraus könnten sich wichtige Impulse im Hinblick auf geplante Hörtherapien ergeben“, so Völter.

Text: md, Fotos: dg

RUBIN IM NETZ

Ausführliche Fassung: news.rub.de/schwerhoerigkeit
Interview mit Christiane Völter: news.rub.de/interview-schwerhoerigkeit

Anzeige

English-German regulars' table looks for English native speakers to join. All guests will benefit mutually in both languages – in an open atmosphere. So our table-meeting shall improve the communication in private and professional life as well. When curious and interested don't hesitate to message us:
conversation2020@gmx.de

MANCHE KINDER LEIDEN DOPPELT UND DREIFACH

Forscher an der Universitätsklinik Hamm beschäftigen sich intensiv mit der Aufmerksamkeitsstörung ADHS. Im Rahmen einer Studie wurden Zusammenhänge zu anderen chronischen Erkrankungen bei Kindern sichtbar.

„Ihr Kind hat ADHS." Wenn Eltern diese Diagnose hören, fallen die Reaktionen ganz unterschiedlich aus. Die Einen sind erleichtert. Endlich haben sie eine Erklärung für das auffällige Verhalten ihres Kindes, wissen nun, woran sie sind, und schöpfen Hoffnung, dass sich die Situation durch geeignete Therapiemaßnahmen verbessern lässt. Die Anderen jedoch befürchten eine Stigmatisierung ihres Sohnes oder ihrer Tochter: „Wie werden die Lehrer reagieren? Sollen wir die Diagnose lieber für uns behalten?"

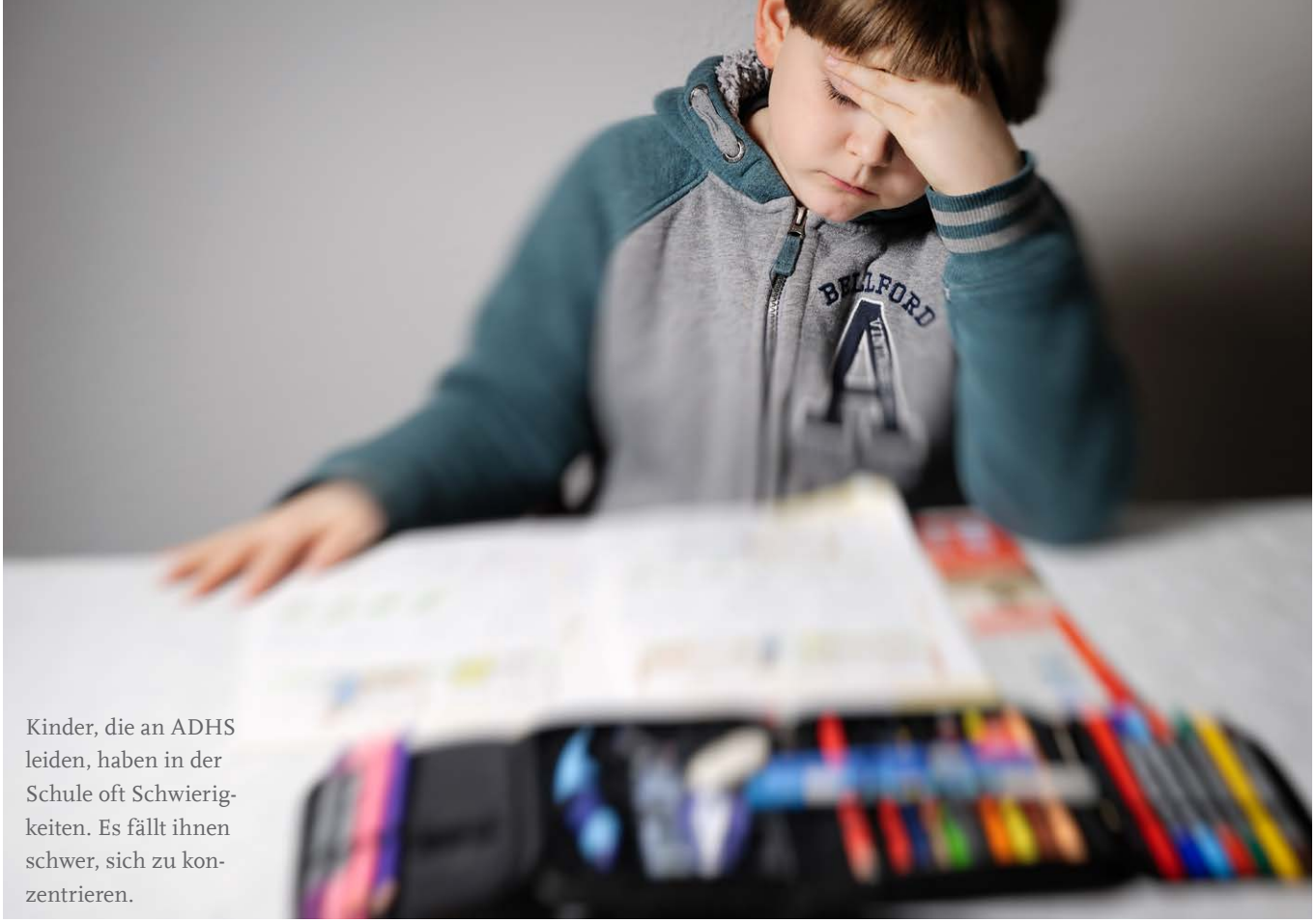
Prof. Dr. Martin Holtmann und Prof. Dr. Tanja Legenbauer kennen die Hoffnungen und Befürchtungen der Familien sehr gut. Rund 500 Kinder und Jugendliche mit ADHS, der Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitätsstörung, behandeln der Kinderpsychiater und die Psychologin jedes Jahr in der Universitätsklinik des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe (LWL) in Hamm. Die Kinder- und Jugendpsychiatrie ist eine der größten ihrer Art in Deutschland und gehört zum Klinikverbund der Ruhr-Universität Bochum. Neben ADHS werden hier auch alle anderen Arten von psychischen Störungen bei Jungen und Mädchen behandelt.

Aufwendige Diagnose

Die meisten Familien, die sich wegen ADHS an Tanja Legenbauer und Martin Holtmann wenden, haben bereits eine Diagnose von ihrem Kinderarzt oder ihrer Kinderärztin erhalten und möchten in der Klinik eine zweite Meinung einholen. „Es ist aufwendig, solch eine Diagnose zu stellen", erklärt Tanja Legenbauer. „Es reicht nicht, sich nur das Kind anzuschauen. Aufmerksamkeitsprobleme oder Unruhe können nämlich auch ganz andere Ursachen als ADHS haben." Daher sei es wichtig, auch mit den Lehrern oder Erziehern zu sprechen und sich das Kind in verschiedenen Situationen anzusehen, bevor man die Diagnose vergibt. Dazu hätten allerdings die wenigsten Kinderärztinnen und -ärzte genug Zeit.

Nicht nur die klinische Arbeit beschäftigt die beiden RUB-Wissenschaftler, sondern auch die Forschung rund um ADHS. Daher haben sie zum Beispiel zwischen Ende 2013 und Ende 2016 an dem vom nordrhein-westfälischen Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung geförderten Projekt ▸

Ein Test für Impulsivität: Wie lange schafft es das Kind, der Süßigkeiten-Versuchung zu widerstehen?



Kinder, die an ADHS leiden, haben in der Schule oft Schwierigkeiten. Es fällt ihnen schwer, sich zu konzentrieren.

„Neue Volkskrankheiten im Kindes- und Jugendalter“ (Niki) teilgenommen. Kinderärzte und Kinderpsychiater aus vier verschiedenen Kliniken im Ruhrgebiet waren daran beteiligt. Gemeinsam sind sie der Frage nachgegangen, ob und wie die drei Erkrankungen Adipositas, ADHS und Allergien, speziell Neurodermitis und Asthma, zusammenhängen. Mindestens 25 Prozent aller Kinder und Jugendlichen in Deutschland sind inzwischen von mindestens einem dieser chronischen Leiden betroffen. Häufig treten jedoch auch zwei oder drei von ihnen gleichzeitig bei einem Kind auf. Die Gesamtauswertung des Projekts, die zentral vom Netzwerk für Gesundheitswirtschaft „Med-Econ Ruhr“ vorgenommen wird, stand bei Redaktionsschluss noch aus. Doch die Ergebnisse, die Tanja Legenbauer und Martin Holtmann hinsichtlich ADHS gewinnen konnten, lassen bereits einige Rückschlüsse zu.

Marshmallow-Experiment

Die Studienteilnehmer, die nach Hamm kamen – sechs- bis zwölfjährige Kinder, die in erster Linie einen Verdacht auf ADHS hatten – wurden einer eingehenden Diagnostik unterzogen. Dazu gehörten neben den klassischen Anamnesegesprächen und den Gesprächen mit Lehrern und Erziehern auch verschiedene Fragebögen, die zum Beispiel die Lebensbedingungen des Kindes, oder auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität abfragten. Die Ärzte untersuchten zudem das Blut der Patienten und führten Experimente durch, um messen zu können, wie impulsiv die Kinder sind. „Impulsivität bedeutet, dass man nicht so gut nachdenkt, bevor man handelt. ADHS-Kinder sind tendenziell impulsiver als andere Kinder. Dadurch wirken sie manchmal tollpatschig und verletzen sich auch häufiger“, erklärt Martin Holtmann, warum gerade dieser Aspekt die Wissenschaftler interessierte.

Bei einem dieser Tests handelt es sich um das in den 1970er-Jahren entwickelte und schon vielfach in anderen Zusammenhängen angewandte Marshmallow-Experiment: Ein Kind wird vor die Wahl gestellt, ob es eine kleine Menge Süßigkeiten sofort essen will oder diese lieber nicht antastet und nach einer gewissen Zeit des Wartens eine größere Portion bekommt. Den ADHS-Patienten fiel es schwer abzuwarten. Und hier sieht Holtmann durchaus einen Zusammenhang zu einer der anderen in der Gesamtstudie untersuchten Krankheiten, der Adipositas, also Dickleibigkeit: „Jemand, der gut abwarten kann, kann sich gut regulieren“, so der Kinderpsychiater. „Wir wissen, dass Kinder, die das nicht gut können, auch beim Essen häufig nicht das richtige Maß finden und mehr essen als nötig.“ Tatsächlich zeigen die Daten, dass die Kinder, die unter ADHS leiden, keineswegs die spindeldürren Zappelphilippe sind, wie man sie sich landläufig vorstellt. Im Schnitt wiegen sie mehr als gleichaltrige gesunde Kinder. Den Zusammenhang zwischen der Aufmerksamkeitsstörung und der Dickleibigkeit wollen die Hammer in Zukunft noch mit weiteren Patienten genauer untersuchen.

Im Rahmen der Studie sind die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch einer anderen Hypothese nachgegangen: Es scheint, dass Patienten aus allen drei Gruppen im Durchschnitt schlechter schlafen als normal. Das kann bedeuten, dass sie schlechter einschlafen oder auch, dass sie nachts immer wieder aufwachen und die Gesamtschlaflänge dadurch vermindert ist. Tanja Legenbauer und Martin Holtmann wollten es genau wissen und analysierten daher einen

Tanja Legenbauer und Martin Holtmann haben viel Erfahrung in der Diagnose und Behandlung von ADHS, der Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitätsstörung.

> „ADHS IST KEINE ERFINDUNG DER PHARMA-INDUSTRIE.“
>
> *Martin Holtmann*

zusätzlichen und noch größeren Datensatz im Hinblick auf diese Forschungsfrage. Dabei handelt es sich um Daten aus der „Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland“ (Kiggs), die seit 2003 vom Robert-Koch-Institut als Langzeitstudie durchgeführt wird.
Die Auswertung zeigte, dass das Schlafverhalten der Kinder sowohl dann schlechter war, wenn sie ausschließlich an ADHS erkrankt waren, als auch dann, wenn sie zusätzlich eine Adipositas oder eine Neurodermitis hatten. Bei Letzterer scheint die Erklärung, warum die Kinder weniger Schlaf bekommen, am einfachsten: Der Juckreiz weckt sie auf. Bei Adipositas und ADHS können die Wissenschaftler bisher nur Vermutungen anstellen: „Allgemein schlafen psychisch belastete Kinder schlechter“, sagt Tanja Legenbauer. „Was von beidem Ursache und was Auswirkung ist, ist aber unklar. Wer psychischen Stress hat, schaltet wahrscheinlich auch nachts schlechter ab, das kennt man ja auch selbst. Und wer schlecht geschlafen hat, merkt das auch tagsüber und ist dann unkonzentrierter. Beides verstärkt sich gegenseitig.“ Außerdem wolle jemand, der schlecht geschlafen hat, tagsüber eher seine Ruhe haben, als sich sportlich zu betätigen, was wiederum Übergewicht verstärken könnte. Und: Wer abends länger aufbleibt, hat auch mehr Gelegenheiten zu essen und tappt so in die Kalorienfalle.

Ganzheitlicher Ansatz

Martin Holtmann sieht in der Niki-Studie eine echte Chance und auch eine zukunftsträchtige Herangehensweise: „Das Projekt hat unseren Blick dafür geschärft, dass es viele Kinder gibt, die mehrfach belastet sind. Wir wollen in Zukunft unsere Patienten ganzheitlich betrachten und auch Krankheiten, wegen derer die Patienten vielleicht bei anderen Fachärzten in Behandlung sind, stärker berücksichtigen.“
Im Zusammenhang mit ADHS ist ihm vor allem wichtig, eins klarzustellen: „ADHS ist eine echte Erkrankung und keinesfalls eine Erfindung der Pharmaindustrie oder ein Vorwand von Eltern, die mit ihrem Kind schlecht zurechtkommen“, so der Kinderpsychiater. Anders als die anderen beiden untersuchten Krankheiten sei bei ADHS auch keine Zunahme in der Bevölkerung zu beobachten. „Kinder mit ADHS gab es schon immer. Früher gab es einfach noch keine passende Diagnose, und daher war die Krankheit nicht so präsent wie heute.“

Text: rr, Fotos: rs

URSACHEN VON ADHS

INFO

Als Ursache für die Aufmerksamkeitsstörung werden vor allem genetische Faktoren angeführt, sie tritt in den betroffenen Familien also über die Generationen immer wieder auf. Aus neurobiologischen Untersuchungen weiß man, dass bei den Patienten der Stoffwechsel von Botenstoffen im Gehirn gestört ist. Bestimmte Hirnfunktionen laufen daher anders ab als bei gesunden Kindern.

Tunnelbau

NAVIGIEREN UNTER DER ERDE

Was wird mit den Gebäuden an der Oberfläche passieren, wenn die Tunnelbohrmaschine darunter hinwegfährt? Das errechnen Ingenieure in Echtzeit dank künstlicher Intelligenz.

Vergleichsweise klein ist der Durchmesser des Tunnels, den die Emschergenossenschaft in Oberhausen baut. Auch hier ist eine Tunnelbaumaschine im Einsatz, die nicht nur gräbt, sondern auch gleich verfüllt und befestigt.

(Bauprojekt Abwasserkanal Emscher, Bauabschnitt 40)

Wer im Zug sitzt und mit Tempo 200 durch einen Eisenbahntunnel saust, bekommt davon nicht viel mit. Ein paar Sekunden Dunkelheit vor dem Fenster und schon ist der Zug wieder am Tageslicht. Erst bei genauerem Hinsehen offenbart sich die ungeheure Komplexität des Baus großer Tunnel, und es erschließt sich, warum es Jahre dauert, bis sie fertig und befahrbar sind.

Dabei ist der Tunnelbau heute mit dem der ersten Tunnel vor Hunderten von Jahren nicht mehr vergleichbar. „Man muss sich mobile unterirdische Fabriken vorstellen“, beschreibt Prof. Dr. Günther Meschke, Inhaber des Lehrstuhls für Statik und Dynamik an der Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften der Ruhr-Universität Bochum. Diese Tunnelbohrmaschinen können Durchmesser von bis zu 17 Metern haben. Sie graben die Röhre für den entstehenden Tunnel mit einem Schneidrad, transportieren den Aushub ab und befestigen die Tunnelschale auch gleich. Bis zu 25 Meter pro Tag kann sich solch ein Tunnelbauapparat unter optimalen Bedingungen voran bewegen.

Genau diese Bedingungen aber sind es, um die die Überlegungen der Ingenieure kreisen. Verschiedenste Faktoren müssen berücksichtigt werden, nämlich wie fest und steif der Boden ist, wie die Grundwasserverhältnisse sind oder wie sensibel die Bebauung von Streckenabschnitten ist, unter denen der Tunnel verlaufen soll. „Gebäude beeinflussen die Setzungsmulde während des Vortriebs. Der Tunnel beeinflusst wiederum die Gebäude, sodass es eine Wechselwirkung zwischen Vortrieb und oberirdischer Bebauung gibt“, erklärt Günther Meschke.

Schäden möglichst gering halten

Oberstes Gebot der Tunnelbauer ist natürlich, potenzielle Schäden so gering wie möglich zu halten. In der Planungsphase eines Tunnels wird die städtische Bebauung zunächst erfasst, in Kategorien eingeteilt und ihre Verletzlichkeit abgeschätzt. Abhängig von den Ergebnissen legen die Ingenieure die Trasse des Tunnels fest. Noch komplexer wird das Ganze, weil es Unschärfen bei der Erfassung der Bodeneigenschaften gibt: Kein Boden ist zum Beispiel durchgehend gleich fest, sondern die Festigkeit variiert. Gleiches gilt für die anderen geotechnischen Parameter. Eine sehr komplexe Angelegenheit also. Daher wird es trotz aller akkuraten Planung noch einmal richtig spannend, während die Maschine den Tunnel tatsächlich baut. Da erst dann die realen Gegebenheiten ganz genau bekannt sind, müssen die Ingenieure ständig Entscheidungen treffen, wie die Maschine darauf reagieren soll.

Die Bochumer Ingenieure haben in ihrem Teilprojekt des Sonderforschungsbereichs (SFB) 837 „Interaktionsmodelle für den maschinellen Tunnelbau“, dessen Sprecher Günther Meschke ist, nun eine Software für den Tunnelbau entwickelt. Sie ermöglicht es dem Ingenieur vor Ort an der Baustelle, in Echtzeit zu simulieren, wie sich der Boden und die darauf befindlichen Bauwerke verhalten werden, wenn er verschiedene Stellgrößen des Tunnelbaus verändert. Zu diesen Faktoren gehören vor allem die Geschwindigkeit, mit der die ▸

Maschine den Tunnel vorantreibt, und der sogenannte Stütz- und Verpressdruck an zwei verschiedenen Punkten: Dort, wo das Schneidrad den Tunnel gräbt, an der sogenannten Ortsbrust, würde die Erde einbrechen, wenn sie nicht gleichzeitig durch eine Flüssigkeit gestützt würde. Ähnlich wie an der Ortsbrust drückt die Maschine auch Flüssigkeit in den Spalt zwischen der aus Stahlbetonsegmenten gebauten Tunnelröhre und dem Boden. Diese zementgebundene Flüssigkeit härtet später aus. Ohne diese Ringspaltverpressung würde sich der Boden an der Oberfläche um 20 bis 30 Zentimeter absenken. Der Druck, mit dem die Flüssigkeit in die Spalte gepumpt wird, muss aber genau richtig sein. Ist er zu gering, senkt sich das über dem Tunnel gelegene Gelände ab. Ist er aber zu hoch, kann es sogar vorkommen, dass das Gelände über dem Tunnel in die Höhe gedrückt wird. Auch das mit schlimmen Folgen für die Bebauung.

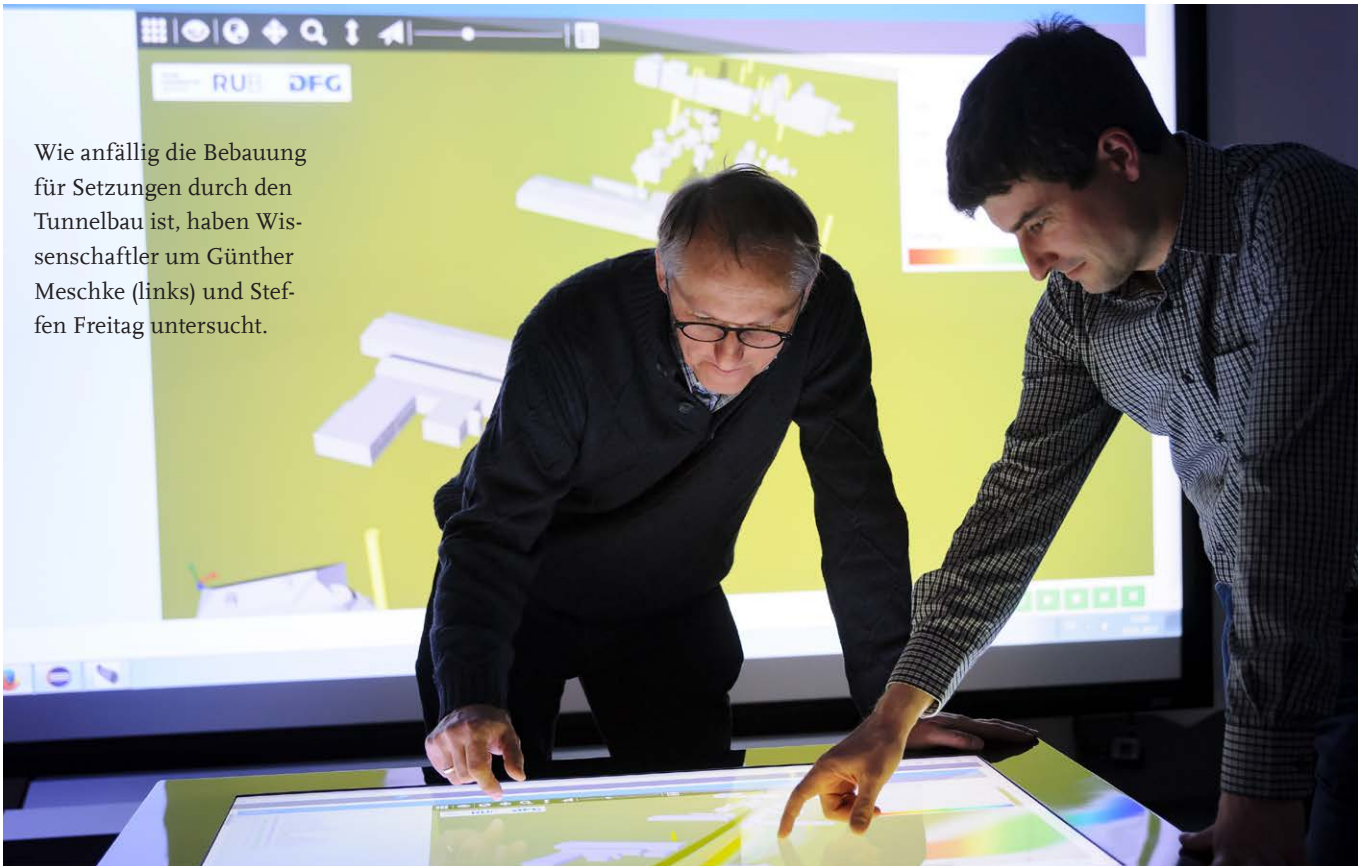
Komplexe Berechnungen in Echtzeit

Da die Entscheidung über den Stützdruck nur vor Ort im laufenden Betrieb getroffen werden kann, werden verschiedene Werte ständig gemessen, zum Beispiel das Drehmoment der Bohrmaschine, die Presskräfte, die Position der Maschine, das Grundwasserverhalten und die Setzungen, auch an Häusern oberhalb des Tunnels, die man zum Beispiel an Bewegungen oder Neigungswinkeln feststellen kann. Simulationsmodelle unterstützen dann die Steuerung der Maschine. „Es geht so ein bisschen in Richtung Autopilot“, spitzt Meschke zu. Die Simulation fährt praktisch virtuell mit der Bohrmaschine und aktualisiert die vor dem Bau getroffenen Annahmen mit den gemessenen Daten. Das Modell wird dadurch immer vertrauenswürdiger. „Da liegt natürlich der Gedanke nahe, mit so einem System verschiedene Szenarien durchzuspielen und das Ganze zu optimieren“, beschreibt Günther Meschke. „Dabei gab es bisher aber ein Problem: Solche Simulationen dauern auch auf Großrechnern um die zehn Stunden.“

Die Bochumer Forscher entwickelten eine Möglichkeit, trotzdem in Echtzeit solche Berechnungen der komplexen Zusammenhänge zuverlässig durchführen zu können und vortriebsbedingte Setzungen baubegleitend in Echtzeit zu prognostizieren. Entscheidend dafür war es, die komplexen Simulationsmodelle durch schnelle Ersatzmodelle zu vereinfachen. Das gelang ihnen, indem sie zwei Modellreduktionsverfahren auf Basis künstlicher neuronaler Netze und der Proper Orthogonal Decomposition kombinierten. „Rekurrente neuronale Netze eignen sich hervorragend, um den Setzungsprozess an wenigen Messpunkten auf Basis der Simulationsergebnisse vorherzusagen“, erklärt Dr. Steffen Freitag, Teilprojektleiter im Sonderforschungsbereich. Das sogenannte Gappy-Proper-Orthogonal-Decomposition-Verfahren nutzen die Ingenieure dann, um daraus das gesamte hochdimensionale Setzungsfeld annäherungsweise zu berechnen.

Eine große Herausforderung waren die Unschärfen der geologischen Parameter, die sie einbeziehen mussten. Denn nur, wenn man auch die Ungenauigkeiten dieser Parameter zum Beispiel durch Intervalle berücksichtigt, erhält man zuverlässige Prognoseergebnisse. Hochdimensionale Echtzeitprognoseverfahren für Intervalle haben die Bochumer Forscher bereits entwickelt. Doch sie wollen die Methoden auch für weitere Unschärfemodelle wie Fuzzy- und stochastische Unschärfemodelle erweitern.

Dank der Echtzeitfähigkeit des Simulationsmodells entsteht nun eine App, die Tunnelbauingenieure vor Ort nutzen können. Die Nutzeroberfläche erlaubt es zum Beispiel, Obergrenzen für die maximal erlaubte Setzung des Geländes einzu-



Wie anfällig die Bebauung für Setzungen durch den Tunnelbau ist, haben Wissenschaftler um Günther Meschke (links) und Steffen Freitag untersucht.

geben. „Wenn der Ingenieur an der Baustelle zum Beispiel eingibt, dass die Setzung an der Oberfläche zehn Millimeter nicht überschreiten darf, errechnet die Software, wie die Maschine eingestellt werden muss, damit dieser Wert nicht überschritten wird“, erklärt Steffen Freitag.

Künftig planen die Forscher, dass der Nutzer auch bestimmte Maximalwerte für Schädigungsrisiken eingeben können soll. „Wenn man etwa eingeben würde, dass die Wahrscheinlichkeit, dass kosmetische Schäden wie Risse an Gebäuden auftreten, höchstens 10^{-5} betragen darf, könnte die App berechnen, mit welchen Einstellungen die Tunnelbohrmaschine dann einen bestimmten Bereich untertunneln darf“, beschreibt Günther Meschke.

In Kooperation mit weiteren Forscherinnen und Forschern des SFB 837 wollen Günther Meschke und Steffen Freitag das neuartige Assistenzsystem für den maschinellen Tunnelbau durch weitere Submodelle ergänzen, um noch mehr sicherheits- und risikobasierte Steuerungsziele einbeziehen zu können. Insbesondere die Standsicherheit der Ortsbrust und die durch Pressenkräfte und Bodenbelastung resultierende Auslastung der gebauten Tunnelschale könnten dann durch Echtzeitsimulationen gesteuert werden. „Im Rahmen der Digitalisierung kompletter Bauprozesse eröffnen sich sogar Möglichkeiten, die gesamte Tunnelbaulogistik mit einzubeziehen“, erklären die Forscher.

Ein ganz neuartiger Ansatz liegt in der Integration der im Sekundentakt aufgezeichneten Maschinendaten in die numerischen Simulationsmodelle – Stichwort Big Data. Diese Herausforderung will Günther Meschke gemeinsam mit Prof. Dr. Katharina Morik vom Lehrstuhl für Künstliche Intelligenz der Technischen Universität Dortmund angehen.

Text: md, Fotos: rs

Günther Meschke ist Sprecher des Sonderforschungsbereichs „Interaktionsmodelle für den maschinellen Tunnelbau“.

Per Touchscreen kann der Ingenieur vor Ort auf der Baustelle simulieren, wie der Tunnelbau sich auf die Oberfläche auswirken würde, wenn die Maschine mit veränderten Einstellungen arbeiten würde.

Anzeige

Das tut nix mehr.
Dank Leuten wie Ihnen.

Wir suchen IT-Sicherheitsexperten. Für unsere spannenden Kunden – darunter Unternehmen, Behörden und internationale Organisationen – definieren wir seit über 18 Jahren den Standard im kryptografischen Bereich. Unsere IT-Sicherheitslösungen sind führend – und genau solche Leute suchen wir. Ob Junior oder Senior: Was zählt, ist Ihre Begeisterung. Und Ihre Eigenschaft, erst dann zufrieden zu sein, wenn es wirklich perfekt ist.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung.
www.secunet.com/karriere

secunet
IT-Sicherheitspartner der Bundesrepublik Deutschland

REDAKTIONSSCHLUSS

Wie viele Atome braucht es, um „RUB“, die Abkürzung für „Ruhr-Universität Bochum“, zu schreiben? Die Antwort lautet 31, wie Doktorand Karsten Lucht herausgefunden hat. Natürlich geht das nicht mit einem Stift. Es ist eine spezielle Technik erforderlich, mit der sich einzelne Atome manipulieren lassen. Am Lehrstuhl für Physikalische Chemie I, geleitet von Prof. Dr. Karina Morgenstern, gibt es ein Gerät, das das kann: ein Tieftemperatur-Rastertunnelmikroskop. Damit fertigte Karsten Lucht den womöglich kleinsten RUB-Schriftzug der Welt aus Silberatomen an. Üblicherweise nutzt der Doktorand das Mikroskop für Versuche zur Lösungsmittelchemie: news.rub.de/kleinster-rub-schriftzug

Großes Bild: Karsten Lucht, Foto: Katja Marquard

IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Prof. Dr. Gabriele Bellenberg (Philosophie und Erziehungswissenschaften), Prof. Dr. Astrid Deuber-Mankowsky (Philologie), Prof. Dr. Reinhold Glei (Philologie), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Ulrich Kunze (Elektrotechnik/Informationstechnik), Prof. Dr. Wolfgang Linke (Medizin), Prof. Dr. Denise Manahan-Vaughan (Medizin), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Andreas Ostendorf (Prorektor für Forschung, Transfer und wissenschaftlichen Nachwuchs), Prof. Dr. Michael Roos (Wirtschaftswissenschaft), Prof. Dr. Tom Schanz (Bau- und Umweltingenieurwissenschaften), Prof. Dr. Michael Wala (Geschichtswissenschaft)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Abteilung Wissenschaftskommunikation, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, Fax: 0234/32-14136, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md); Katharina Gregor (kg); Raffaela Römer (rr)

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Hofsteder Str. 66, 44809 Bochum, Tel.: 0176/29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpe 5, 48163 Münster, Tel.: 0172/4206216, post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

COVERBILD: Agentur der RUB

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos für die Seiten 6, 36, 40, 54 und 58: Roberto Schirdewahn; Teaserfotos für die Seiten 14 und 28: Damian Gorczany

GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ: Agentur der RUB, www.rub.de/agentur

DRUCK: VMK Druckerei GmbH, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-110, www.vmk-druckerei.de

AUFLAGE: 4.000

ANZEIGENVERWALTUNG UND -HERSTELLUNG: VMK GmbH & Co. KG, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-0, www.vmk-verlag.de

BEZUG: RUBIN erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter rubin.rub.de/abonnement.

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

BEWEGUNG BRINGT FORTSCHRITT

Bleiben Sie in Bewegung: Trainieren Sie im Unifit, dem **Fitnessstudio** der RUB. Oder besuchen Sie einen von unseren **412 Sportkursen** in mehr als **90 Sportarten**.

→ **www.hochschulsport-bochum.de**

HOCHSCHULSPORT BOCHUM

THINK.
MOVE.
LIVE.

LSI Landesspracheninstitut in der Ruhr-Universität Bochum

RUB

Damit Sie sich **verstehen!**

Sprachen intensiv lernen am LSI Bochum.
Ganztags- und After-Work-Sprachkurse.
Interkulturelle Trainings.
Kleine Lerngruppen.
E-Learning.

Aktuelle Termine und Informationen unter
www.lsi-bochum.de oder **0234-6874 0**

Foto: iStock © GlobalP