

# RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN

*Schwerpunkt*

## GRENZEN DER WISSENSCHAFT

**MEDIZIN:** SCHNITTSTELLE MENSCH/MASCHINE

**ASTRONOMIE:** AN DER GRENZE DES MESSBAREN

**THEOLOGIE:** GLAUBE ODER WISSENSCHAFT



Der Anschluss der Elektroden liegt außerhalb des Schädels und wird mit einem Prozessor verbunden, der den Roboterarm steuert.



*Neurowissenschaft*

# ROBOTERARM MIT DEM GEHIRN BEWEGEN

*In der virtuellen Welt untersuchen Forscher die Grundlagen für die Mensch-Maschine-Zusammenarbeit.*



**F**ür Patientinnen und Patienten, die nach einem Unfall oder einer Erkrankung halsabwärts gelähmt sind, wäre es ein ungeheurer Gewinn an Eigenständigkeit: ein Roboterarm, der sich steuern lässt wie ein eigenes Körperteil. Die Emmy-Noether-Nachwuchsforschergruppe von Dr. Christian Klaes arbeitet daran, diesen Traum wahr zu machen. „Einen solchen Arm darf man sich nicht vorstellen wie einen richtigen menschlichen Arm“, erklärt Klaes. „Er würde sich ein Stück entfernt vom Benutzer befinden, vielleicht befestigt an seinem Rollstuhl.“ Möglich wäre es zum Beispiel, bewährte Roboter aus der Industrie zu verwenden, die die notwendigen Freiheitsgrade haben, um auch feinmotorische Bewegungen auszuführen.

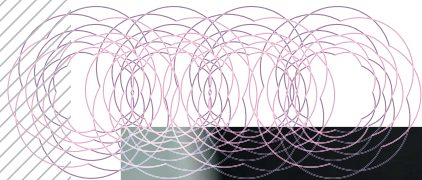
Die Impulse für solche Bewegungen, etwa das Heben einer Tasse zum Mund, würde der Arm direkt aus dem Gehirn des Patienten bekommen. Die Signale der beteiligten Nervenzellen kann man über kleine sogenannte Elektroden-Arrays ab-

leiten, die den Patienten in die entsprechenden Gehirnbereiche implantiert werden. Diese elektronischen Bauteile sind vier mal vier Millimeter klein und die Elektroden etwa einen Millimeter lang. Ihr Anschluss liegt außerhalb des Schädels und wird mit einem Prozessor verbunden, der wiederum den Roboterarm steuert. Die Arrays wurden ursprünglich zur Stimulation der Netzhaut entwickelt.

„Bei gelähmten Patienten wäre es sinnvoll, drei solcher Arrays dauerhaft zu implantieren“, erklärt Christian Klaes. „Einen im Parietalkortex, einen im motorischen und einen im somatosensorischen Kortex.“ In diesen Gehirnbereichen passiert die Planung von Bewegungen, werden Bewegungen gesteuert und die Rückmeldungen der Nerven im Körper über Bewegungen und Berührungen verarbeitet.

Nachdem Klaes in den USA schon mit implantierten Patienten gearbeitet hat, warten er und sein Team noch darauf, dass die Europäische Union die Elektroden zum Steuern von Roboter- ▶

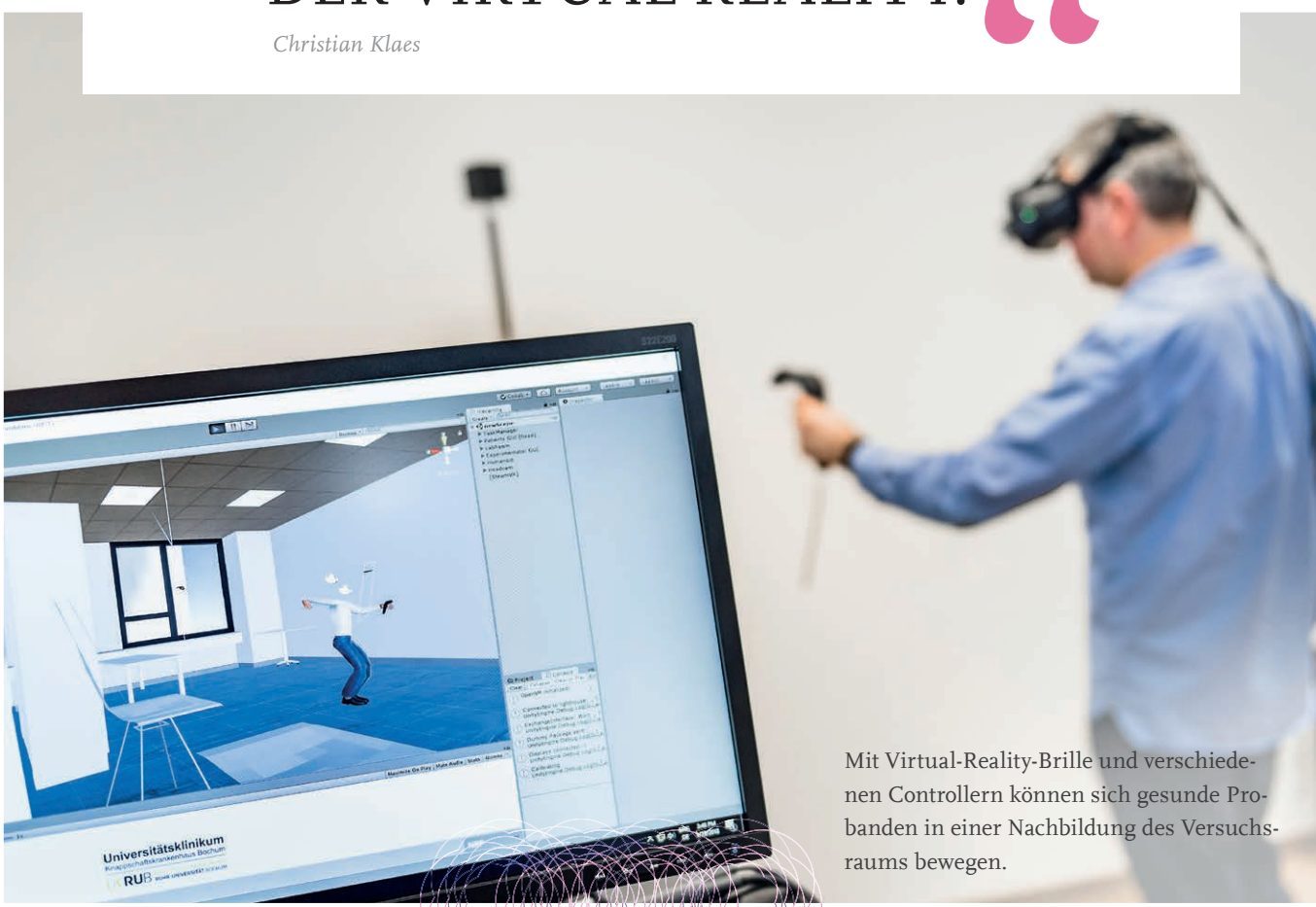




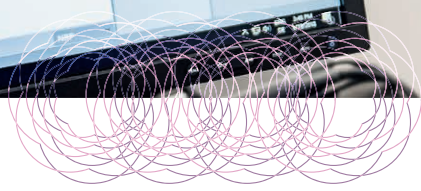
Christian Klaes leitet die Emmy-Noether-Nachwuchsforschergruppe, die an das RUB-Klinikum im Knappschaftskrankenhaus Langendreer angebunden ist.

” DIESES JAHR WIRD DAS JAHR DER VIRTUAL REALITY. “

*Christian Klaes*



Mit Virtual-Reality-Brille und verschiedenen Controllern können sich gesunde Probanden in einer Nachbildung des Versuchsraums bewegen.



assistenzsystemen zertifiziert. Sobald es so weit ist, werden sie auf die Suche gehen nach Betroffenen, die sich zu Studienzwecken implantieren lassen.

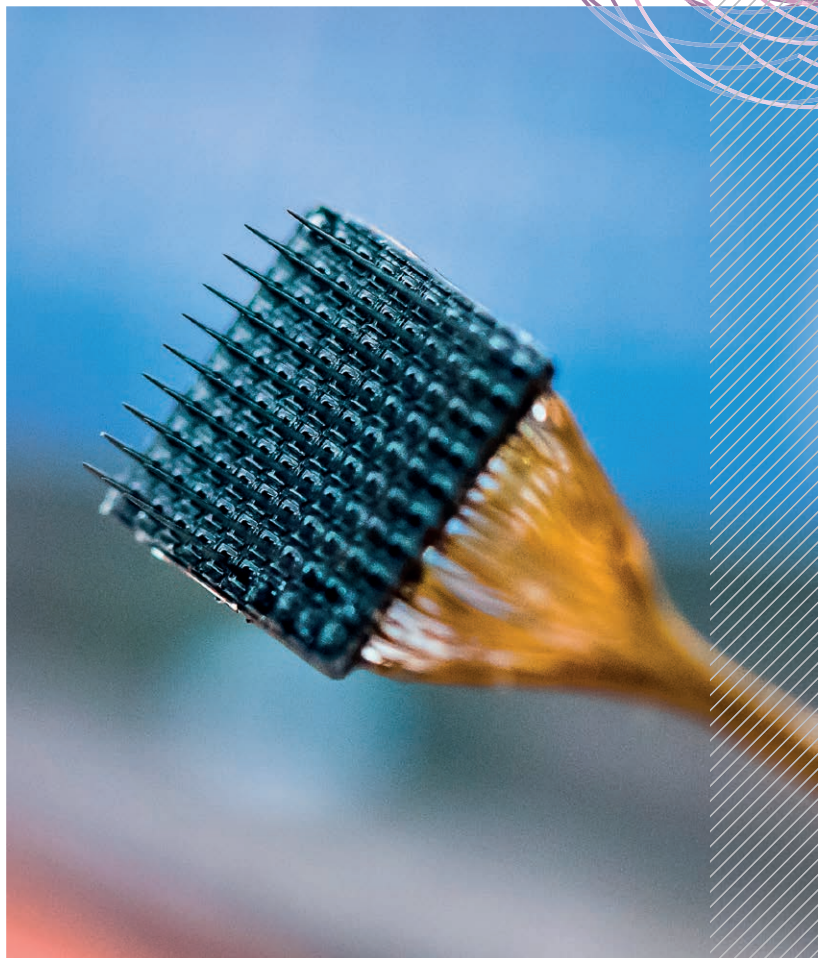
Ein bis fünf Patienten können in die Studie aufgenommen werden. Eines der Kriterien ist eine Querschnittslähmung zwischen dem dritten und dem vierten Halswirbel. Nur dann fällt die Abwägung des Nutzens gegenüber dem Risiko positiv aus. Ihren Standort im Uniklinikum Knappschafts-Krankenhaus Bochum-Langendreer haben die Forscher mit Absicht mitten im Ballungsraum Ruhrgebiet gewählt, weil sie hier sehr gut vernetzt sind und viele Patientenkontakte bekommen können. Zudem bietet das Krankenhaus mit der Neurochirurgie unter der Leitung von Prof. Dr. Kirsten Schmieder die Möglichkeit, vor Ort Elektroden ins Gehirn zu implantieren. Bis es so weit ist, dass die ersten Patientinnen und Patienten an Versuchen teilnehmen können, arbeitet die Nachwuchsgruppe in der Virtual Reality mit gesunden Probanden. Dabei geht es darum, die Grundlagen zu erforschen, die eine Steuerung von technischen Hilfsmitteln mithilfe der Gehirnnervenzellen ermöglichen.

### Kabellose Technik

Unter anderem beschäftigen sich die Forscher damit, welche Nervenimpulse in Bewegungen übersetzt werden sollen. Die Probanden bekommen eine Virtual-Reality-Brille – demnächst kabellos für mehr Bewegungsfreiheit. Mittels verschiedener Steuergeräte – zum Beispiel Controller, die in den Händen gehalten werden, Handschuhe, oder auch per Kamera, die die Bewegungen der Hände aufnimmt – gilt es dann, verschiedene Aufgaben zu erledigen. Währenddessen können die Forscher über eine leichte und kabellose EEG-Kappe die Gehirnströme ableiten, um zu ermitteln, welche Hirnbereiche während der Aufgaben aktiv sind.

Eine andere Frage, die untersucht wird, ist, wie wichtig haptische Rückmeldungen sind, um einen Roboterarm steuern zu können. „Wer einmal mit einem betäubten Arm versucht hat, eine Tasse zu heben, weiß, wie kompliziert das ist, selbst wenn ich die visuelle Rückmeldung habe, dass ich den Gegenstand bewege“, so Christian Klaes.

Die Gruppe arbeitet auch mit der Epilepsie-Abteilung des Knappschafts-Krankenhauses unter Leitung von Dr. Jörg Wellmer zusammen. Hier liegen Patienten, denen vorübergehend Elektroden ins Gehirn implantiert werden, die Aufschluss darüber geben sollen, in welchen Gehirnbereichen die Ursache ihres Anfallsleidens liegt. Diese Elektroden können als Nebeneffekt Aufschluss darüber geben, welche Nervenzellen bei bestimmten Bewegungen Signale aussenden. „Da unsere Virtual-Reality-Ausstattung mobil ist, können wir diese Patienten in ihren Zimmern besuchen und dort Versuche mit ihnen durchführen“, erklärt Christian Klaes. Bestimmte Elektroden liegen bei den Patienten häufig im Hippocampus, einer Gehirnregion, die mit räumlichem Gedächtnis und Navigation befasst ist. Ob und welche Signale von dort vielleicht sinnvoll nutzbar wären, um Hilfsmittel zu steuern, soll sich auf diese Weise herausstellen. Um der so gesammelten Datenflut Herr zu werden, nutzen die Forscher



Vier mal vier Millimeter misst ein solches Elektroden-Array. Ursprünglich wurde es zur Stimulation der Netzhaut entwickelt.

Methoden der künstlichen Intelligenz. Einer der Doktoranden hat sich spezialisiert auf das sogenannte Deep Learning, mit dem man aus großen Datenmengen die nützlichen Informationen herausfiltern kann.

Neben dem Traum vom Roboterarm können sich Klaes und seine Kollegen noch andere Möglichkeiten vorstellen, die gelähmten Patienten wieder zu mehr Eigenständigkeit verhelfen könnten. Ein Exoskelett, das die eigenen Arme und Beine anstelle der Muskeln bewegt zum Beispiel. „Man könnte die Muskeln auch selbst in Bewegung setzen, indem man sie über aufgeklebte oder implantierte Elektroden mittels Impulsen aus dem Gehirn dazu bringt, sich anzuspannen und zu entspannen“, sagt Christian Klaes. Allerdings würden die Muskeln unter diesen Bedingungen sehr schnell ermüden. Außerdem besteht dann die Gefahr, dass sich Patienten durch zu starke Bewegungen oder Stöße selbst verletzen, ohne es zu bemerken. Trotz dieser Hürden sehen Klaes und sein Team optimistisch nach vorn, denn die Technik entwickelt sich rasant. „Dieses Jahr wird das Jahr der Virtual Reality“, schätzt er. „Solche Brillen werden bestimmt unter vielen Weihnachtsbäumen liegen.“

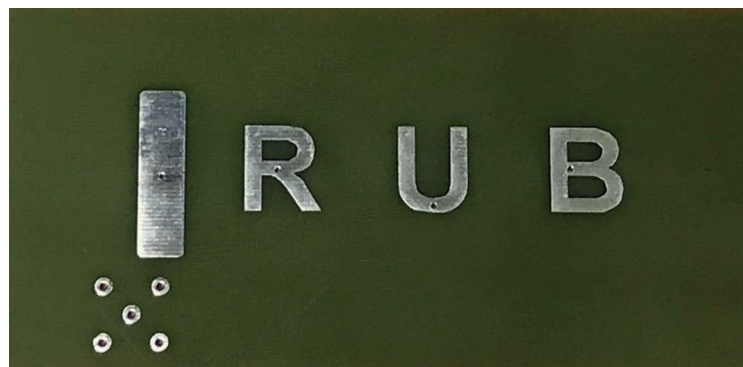
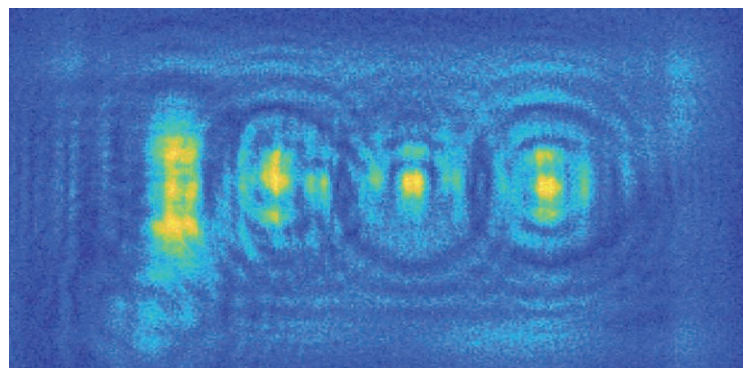
Text: md, Fotos: dg



# REDAKTIONSSCHLUSS

Mit Radartechnik kann man durch Wände schauen und Unsichtbares sichtbar machen. Zeichnet man ein Radarbild auf, ist es allerdings, als würde man mit einer Kamera fotografieren, der die Linse zum Fokussieren fehlt. Die Fokussierung erfolgt nachträglich im Computer. Dafür braucht es spezielle Algorithmen, so wie Dr. Jan Barowski sie während seiner Doktorarbeit am Lehrstuhl für Hochfrequenzsysteme entwickelt hat. Das obere Motiv zeigt das mit Barowskis Algorithmen korrigierte Radarbild einer Platine mit dem Schriftzug „RUB“. Die Originalplatine ist ganz unten zu sehen. Das mittlere Bild zeigt die unkorrigierte Rohversion des Radarbildes. Im fokussierten Bild kann man in Hellblau sogar die Leiterbahnen sehen, die auf der Rückseite der Platine vom Koaxialstecker (fünf gelbe Punkte) zu den Buchstaben verlaufen. (Aufnahmen: Jan Barowski)

➔ [news.rub.de/radar-bildgebung](http://news.rub.de/radar-bildgebung)



## 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 Gleis (Philologie), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Michael Hübner (Elektrotechnik/Informationstechnik), 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. Martin Tegenthoff (Medizin), 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](mailto:rubin@rub.de), [news.rub.de/rubin](http://news.rub.de/rubin)

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md)

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

COVER: Agentur der RUB

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos für die Seiten 12, 24, 58: Roberto Schirdewahn; Teaserfoto für Seite 18: Fotolia, Oticki; Teaserfoto für Seite 28: Damian Gorczany; Teaserbild für Seite 34: ESO/IDA/Danish 1.5 m/R. Gendler and J.-E. Ovaldsen; Teaserfoto für Seite 54: Tim Kramer

GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ: Agentur der RUB, [www.rub.de/agentur](http://www.rub.de/agentur)

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

AUFLAGE: 4.500

ANZEIGENVERWALTUNG UND -HERSTELLUNG: VMK GmbH & Co. KG, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-0, [www.vmk-verlag.de](http://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](http://rubin.rub.de/abonnement).

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren