

21 GUERICKE

forschen • vernetzen • anwenden

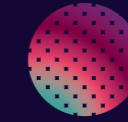
Moleküle
nach Maß

Medizin trifft
Maschinenbau

Sternstunden
der Forschung



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG



„Wer nicht gelegentlich auch einmal kausalwidrige Dinge zu denken vermag, wird seine Wissenschaft nie um eine neue Idee bereichern können.“

Max Planck (1858–1947)
deutscher Physiker (Quantentheorie)
1918 Nobelpreisträger





Inhaltsverzeichnis	4
Zusammen die Welt neu denken	6
Vom Faustkeil zur komplexen Gesellschaft	12

21 GUERICKE

forschen • vernetzen • anwenden



Warum gibt es „Superspreader“?

Vom Entstehen und Platzen ansteckender Aerosole 18



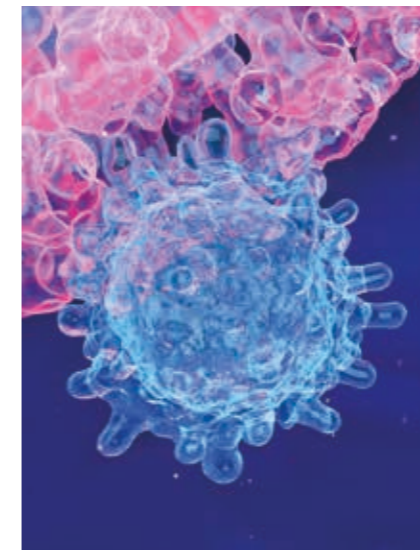
Moleküle nach Maß

Vegane Impfstoffe aus dem Chemielabor 34



CT-Röhre wird zum OP-Saal

Medizintechniker senken Strahlenbelastung im Coputertomographen 50



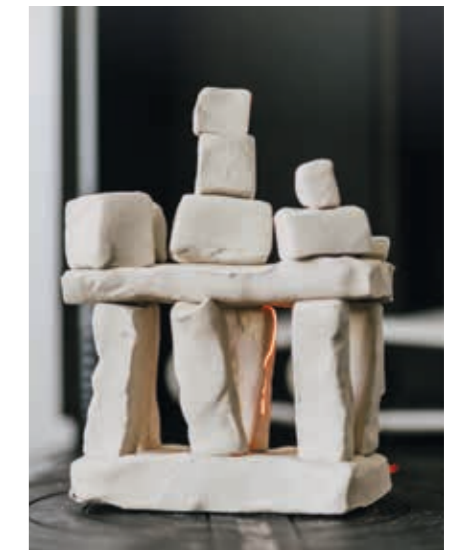
Sternstunden der Forschung

Wie T-Zellen helfen, Corona-Viren auszutricksen 64



Bildungsforschung im Lockdown

Digitalisierungsprozesse in der Aus- und Weiterbildung in Gesundheits- und Pflegeberufen 76



Von Bauhaus bis Usability

Warum Informatik und Design zusammengehören 92

Medizin trifft Maschinenbau

Eine ungewöhnliche Zusammenarbeit zum Wohle von Patientinnen und Patienten 26

Geht da noch etwas mehr?

Von der Entschlüsselung des Bauplans unseres Gehirns 42

Für jedes neue Problem gibt es eine Lösung

Wie unser Gehirn auf Veränderungen reagiert 56

Was ich sehe, will ich auch

Was entscheidet unser Kaufverhalten, wenn Erfahrungswerte fehlen 70

Vom exotischen Osten und Covidioten

Von der Macht unserer Sprache, zu spalten 84

Die Ästhetik des Dreiecks

Was Mathematik mit Gewitterzellen verbindet 98

Forschungspreise 104
Zahlen und Fakten 112
Impressum 116



Zusammen die Welt *neu denken*

Wie organisieren wir zukünftig Forschung an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg?

Prof. Dr.-Ing. Jens Strackeljan



Es ist ein ganz besonderer Forschungsstandort in Sachsen-Anhalt:

→ Im Nationalen Erprobungszentrum für Unbemannte Luftfahrtsysteme auf dem ehemaligen Militärflughafen in Cochstedt erforscht das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, wie künftig unbemannte Fluggeräte sicher und emissionsfrei im städtischen Raum eingesetzt werden könnten – als Paketdrohnen, Medikamentenbelieferer oder Lufttaxis mit den Spannweiten eines Passagierfliegers.



Prof. Dr.-Ing. Jens Strackeljan

Foto: Jana Dünnhaupt

Für die Universität Magdeburg ist dieses Zentrum eine große Chance, denn hier werden unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unter realen Bedingungen ihre Erfahrungen bei der Erforschung der autonomen Mobilität einbringen und weiterentwickeln können. Beispielhaft zu nennen wären das Forschungsprojekt *Intelligenter Mobilitätsraum Magdeburg* oder die Akzeptanzforschung. Umweltpsychologen der Universität untersuchen dabei, unter welchen Umständen Zukunftstechnologien – wie Elektromobile oder eben unbemannte Drohnen – Vertrauen und Zuspruch in der Bevölkerung finden. Darüber hinaus sind mit dem DLR zwei gemeinsame Professuren an der Universität Magdeburg geplant.

Cochstedt ist damit ein gutes Beispiel dafür, wie Forschung künftig erfolgreich sein kann: durch Organisationen und Fachgrenzen überschreitende Zusammenarbeit. Wir müssen aufstehen, um über den eigenen Tellerrand blicken zu können, müssen gemeinschaftlich Ziele formulieren, um verschiedene Perspektiven und Ressourcen zusammenzubringen. Dann ergänzen sich Standpunkte, öffnen sich neue Möglichkeiten und Forschungsräume.

Die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg arbeitet – als ein weiteres Beispiel – mit Hochdruck an der Umsetzung eines *Center for Method Development*, dem CMD, einem zukunftsweisenden Testfeld für innovative Antriebssysteme. Wenn, wie hier vorgesehen, Simulationen und Prüfstandexperimente enger zusammenwachsen, können Entwicklungszeiten enorm verkürzt und Prototypen und Produkte in Mobilitätsanwendungen viel schneller als bisher realisiert werden. Hier sind – selbstverständlich – Detailkenntnisse zu Elektromotoren, Brennstoffzellen und Batterien gefragt, in der Gesamtkonfiguration aber vor allem ein systemischer Ansatz: gemeinsame Forschung verschiedener Disziplinen und Fakultäten mit Industriepartnern; vor allem auch mit klein- und mittelständischen Unternehmen aus der Region, einer Branche, in der aktuell weit mehr als 20.000 Beschäftigte massive Umbrüche erleben.

Was in diesen beiden Beispielen gemeinsam mit Partnern im Land gelingt, sollte uns innerhalb unserer Universität erst recht Ansporn sein. Strukturen an einer Hochschule sind etabliert und erprobt und nicht ohne Weiteres zu verändern. Die neun Fakultäten, welche die Universität Magdeburg traditionell ausmachen, stellen aber nicht selbstverständlich ein tragfähiges Grundgerüst dar, um Zukunft zu gestalten. Die Disziplinen in der Elektrotechnik und im Maschinenbau wachsen zum Beispiel deutlich zusammen und die Universität ist gefordert, über Governance-Strukturen generell und auch immer wieder nachzudenken und Fakultätsgrenzen sinnvoll zu überwinden, wenn sie uns daran hindern, Neues zu schaffen. Denn alle erfolgreichen Drittmittelwerbungen, so auch unsere zwei neuen Sonderforschungsbereiche, sind hochgradig durch Interdisziplinarität geprägt bzw. wurden durch gemeinsame Anstrengungen erst möglich.



Eine weitere formale Möglichkeit, neue Kollaborationen sinnhaft und erfolgversprechend zu organisieren, gibt das Hochschulgesetz mit der Gründung von Zentren vor: Thematisch fokussiert und abseits von dem, was eine Fakultät singulär leisten kann, sind diese Zentren zukunftssträchtige Strukturen für erfolgreiche Forschung. Die Bildung der beiden Zentren *Center for Behavioral Brain Sciences CBBS* und *Center for Dynamic Systems CDS* vor mehr als zehn Jahren haben sich für die Universität ganz eindeutig als Erfolgsmodelle erwiesen. Und deshalb wurden jetzt mit dem *Center for Health and Medical Prevention CHaMP* und dem *Center for Advanced Medical Engineering CAME* zwei neue auf die Schiene gesetzt, die hoffentlich genauso erfolgreich agieren. Denn, durch die interfakultäre Aufstellung und enge Anbindung an außeruniversitäre Einrichtungen werden Kräfte, Infrastrukturen, Potenziale und Kompetenzen erfolgversprechend gebündelt.

Konsequent setzen wir dabei die enge Kooperation zwischen der Medizinischen Fakultät und den Natur- und Ingenieurwissenschaften fort, werden in diese Zentren erfreulicherweise auch Forschende aus der Mathematik, der Wirtschaftswissenschaft und den Humanwissenschaften einbezogen. So entstehen aus - manchmal - unterkritischen Gruppen größere, schlagkräftige Teams. Innovationen für präzisere und personalisierte Diagnosen, Therapien und Interventionen benötigen genau dieses Zusammenspiel verschiedener Disziplinen.

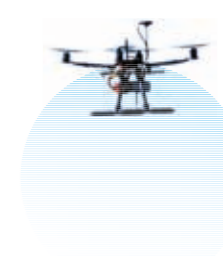
In der Forschung haben wir das Vermögen, uns in nationalen und internationalen Programmen wie der Exzellenzinitiative zu behaupten. In dieser Liga ist die Konkurrenz groß und Erfolg nicht garantiert. Wir sind aber davon überzeugt, dass es in den zuvor beschriebenen Verbänden auch für die Universität Magdeburg Chancen gibt: Wenn die Themenstellungen überzeugen, die Anträge gut vorbereitet und finanziell sowie strukturell unterstützt werden. Das Land hat in der Koalitionsvereinbarung ein Bekenntnis zur Finanzierung der Spitzenforschung gegeben und auch die Universität wird trotz aller Zwänge Ressourcen bereitstellen. Die Legitimation dafür erwächst aus dem transparenten und partizipativen Prozess - Gemeinsamkeit stand auch hier im Fokus.



Aber die Forschung an der Universität Magdeburg ist selbstverständlich auch über diese Schwerpunkte hinaus vielgestaltig, lebendig und facettenreich. Denn auch in weiteren wichtigen Forschungsprojekten gehen unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler neue Allianzen ein, organisieren Zusammenarbeit, überwinden bisher als gültig akzeptierte Grenzen, um die Welt neu zu denken. So entschlüsseln Biologinnen und Physiker gemeinsam in Gewebezüchtungen die Entstehung und Verbreitung ansteckender Aerosole, optimieren im SFB 287 Verfahrenstechniker sehr energieintensive, aber bisher schwer kontrollierbare Produktionsverfahren in Hochtemperaturöfen, untersuchen im Sonderforschungsbereich SFB 1436 nicht weniger als 40 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gemeinsam das Potenzial des menschlichen Gehirns oder entwickeln Medizintechnikerinnen und -techniker der Universität gemeinsam mit großen Unternehmen und Start-ups der Uni unter dem Dach des Forschungscampus STIMULATE den ersten individuell konfigurierbaren Computertomografen. Es gelingt unseren Chemikern erstmals, aus pflanzlichen Rohstoffen pharmazeutisches Cholesterin herzustellen - ein Molekül, das dringend für die modernen mRNA-basierten Impfstoffe gebraucht wird, erhalten Neurowissenschaftler einen mit 2,5 Millionen Euro dotierten ERC-Advanced Grant für die Erforschung neuronaler Mechanismen, entwickeln Maschinenbauer gemeinsam mit Physikerinnen und Medizinern neue Werkstoffe für langlebige und widerstandsfähige Implantate.

Bei der Lektüre der obengenannten Forschungserfolge in diesem Journal wird klar: Um gemeinsam Potenziale zu heben, braucht es ein gemeinsames Ziel, Begeisterung, Motivation und natürlich auch die Mittel. Wir sind als Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg angetreten, sowohl etablierte Prozesse und Denkmuster als auch neu auftretende Probleme immer wieder zu hinterfragen und so lösungsorientiert gesellschaftlichen Herausforderungen zu begegnen. Um das leisten zu können, darf uns ein unverstellter Blick nicht abhanden kommen, müssen wir in Zukunft umso mehr ZUSAMMEN DIE WELT NEU DENKEN. Denn, von wem, wenn nicht von einer Universität mit unserem Profil und dem Vermögen, als Teil eines weltumspannenden, starken Netzwerkes technische Innovationen voranzutreiben, sollte man das sonst erwarten?

→ Zusammen die Welt neu denken ist unser Kompass, der beschreibt, wohin es gehen muss. Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Kultur und Bürgerschaft müssen sich dafür gemeinsam aufmachen. Dann können wir heute dafür sorgen, dass das Morgen mehr kann als das Gestern.





ig

Vom Faustkeil *zur komplexen Gesellschaft*

Technische Innovationen und soziale
Transformationen als Triebkräfte
früher Menschheitsgeschichte

Prof. Dr. Hermann Parzinger



→ Die Menschheitsgeschichte ist seit ihren Anfängen geprägt von technischen Innovationen und sozialen Transformationen.

Stets ging es dabei darum, die Welt neu zu denken.

Vor etwa 2 Millionen Jahren entwickelte sich der *Homo erectus* bzw. *Homo ergaster* aus dem älteren *Australopithecus*. Entscheidend waren dabei zwei Neuerungen, die das Leben der frühen Hominiden geradezu revolutionierten: die Beherrschung des Feuers und die Jagd. Feuer bot nicht nur Schutz vor Raubtieren, spendete Licht und Wärme und machte dadurch die Besiedlung kühlerer Gebiete überhaupt erst möglich, sondern Feuer spielte auch eine entscheidende Rolle bei der Zubereitung und bei der Haltbarmachung von Nahrung.

Das Kochen oder Braten von Fleisch über offenem Feuer erleichterte den enzymatischen Aufschluss der Nahrung und steigerte die Proteinzufuhr. Zugleich gab das Räuchern dem Menschen die Möglichkeit an die Hand, Nahrung für längere Zeit haltbar zu machen. Für die Überlebensstrategie umherschweifender Hominiden machte die Jagd auf Großsäuger wie Mammut oder Wollnashorn oder auf ganze Wildtierherden jedoch nur dann Sinn, wenn man in der Lage war, die dabei auf einen Schlag angefallenen Unmengen von Frischfleisch auch haltbar zu machen. Andernfalls wäre es nach kürzester Zeit ungenießbar geworden. Jagd und Feuer gehören daher ursächlich zusammen, beim *Homo erectus* treten sie zum ersten Mal gemeinsam auf.

Feuer hatte jedoch auch eine bedeutende soziale Dimension. Seine wärmende und schützende Funktion machte Feuerstellen zu gesellschaftlichen Mittelpunkten: Die Gruppe saß um das Feuer, dies war zweifellos der Ort, wo Erfahrungen, Erlebnisse und Kenntnisse ausgetauscht wurden und wo nicht zuletzt auch die Sprache entstanden sein dürfte, weil Kommunikation über komplexe Sachverhalte anders kaum vorstellbar ist.

Das Erlegen von Großsäugern (z. B. Mammut) war äußerst riskant. Die Jagd auf in Herden auftretende Wildtiere (etwa Wildpferde) bedeutete zwar weniger Gefahr für Leib und Leben, verlangte jedoch große Geschicklichkeit und vor allem eine angemessene Taktik. Diese ständigen Herausforderungen führten, verbunden mit der zunehmend verbesserten Qualität proteinreicher Nahrung, zu einer fortschreitenden Evolution des Gehirns, zur Herausbildung geistiger Fähigkeiten und nicht zuletzt auch zur Entstehung der Sprache. Man könnte es auch so formulieren: Die Evolution des Menschen verlagerte sich spätestens mit dem *Homo erectus* vom biologischen Erscheinungsbild in den Bereich des Gehirns.

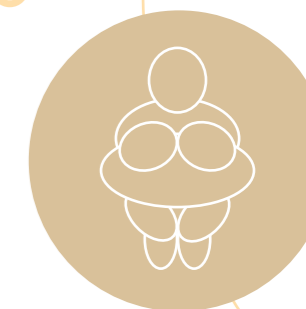
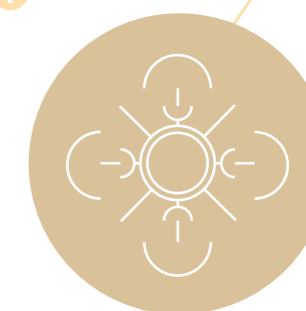
Wo gesellschaftliche Beziehungen entstehen und sozialisierende Prozesse wirksam sind, dort bilden sich aber auch andere konstituierende Elemente menschlicher Gemeinschaften heraus: Riten sowie die Pflege und Weitergabe von Traditionen. Etwa 350.000 Jahre alte und dem *Homo heidelbergensis* zuzuweisende Tierknochen aus dem thüringischen Bilzingsleben mit einer ersten rudimentären Ornamentik werden als Beleg für die Fähigkeit zu symbolischen Mitteilungen, abstraktem Denken und bewusstem Gestaltungswillen gedeutet und sollten Sprechvermögen und Wortgedächtnis voraussetzen.

Mit dem vor ca. 45.000 Jahren nach Europa eingewanderten *Homo sapiens* betrat nicht nur der biologisch, sondern auch kulturell moderne Mensch die Bühne der Weltgeschichte und brachte geradezu revolutionäre Innovationen: die Erfindung der – eigentlich unscheinbaren – Nähnadel zur Herstellung dichter, eng anliegender und der Körperform angepasster Kleidung, für das Überleben in Kaltzeiten unabdingbar, sowie die Erfindung erster Maschinen, wie der Speerschleuder, mit deren Hilfe die Hebelwirkung des Armes beim Schleudern eines Speeres verlängert und verstärkt werden konnte.

Zur kulturellen Modernität gehören aber auch Rituale (Schädelnester) sowie ein weit entwickeltes künstlerisches Schaffen mit plastischer Kleinkunst und Felsbildern. Figurinen von Tieren, Menschen (sog. Venus-Figurin) und Mischwesen (etwa der Löwenmensch von der Schwäbischen Alb) aus Elfenbein, Knochen oder sogar gebranntem Ton kamen in Höhlen und an Lagerplätzen zum Vorschein. Die Felsbilder mit ihren ungemein lebensnahen, dynamischen und ausdrucksstarken Darstellungen spiegeln eine von Grund auf veränderte Gesellschaft wider. Sie bilden nicht die einzige kultur- und geistesgeschichtlich bedeutsame Neuerung zu Beginn des Jungpaläolithikums (ca. 45.000–12.000 v. Chr.), aber ohne Zweifel die aufschlussreichste.

Die Kompositionen entstanden dabei nicht in spontanen, emotionalen Einzelaktionen, sondern die Bilder wurden nach und nach und sehr geplant angefertigt. Sie setzen die Fähigkeit, ja den Drang zur Mitteilung und Kommunikation von bestimmten Inhalten voraus. Bilder und Symbole wurden geschaffen, um verstanden zu werden und Botschaften zu übermitteln und hatten dadurch auch eine soziale Funktion. Hinzu traten vom *Homo sapiens* geschaffene erste Musikinstrumente, aus Röhrenknochen gearbeitete Flöten, oft nicht weit von den Zeugnissen der plastischen Kleinkunst entfernt aufgefunden. Der Kontext zwischen bildender Kunst und Musik könnte offensichtlicher nicht sein.

Der Mensch des Jungpaläolithikums dachte die Welt also in vielerlei Hinsicht neu: Er verständigte sich also mit Hilfe einer komplexer gewordenen Sprache und weiterer, auch visueller Kommunikationsmittel, er fertigte komplizierte und standardisierte Geräte und Werkzeuge, er entwickelte ein Gefühl für Schönheit und Ästhetik, wie das Tragen von Schmuckstücken unterstreicht, er beschäftigte sich mit dem Tod und dem Leben danach, wie erste Bestattungen mit Beigaben zeigen, und er brachte schließlich auch figürliche Kunst und Musik hervor, die mit Ritualen und Festen in Verbindung gestanden haben dürften. All das gehört zu den wesentlichen Merkmalen von kultureller Modernität, die mit dem *Homo sapiens* verbunden war.





Am Ende der Eiszeit und zu Beginn der Warmzeit (Holozän) um 12.000 v. Chr. vollzogen sich tiefgreifende Veränderung von Klima und Umwelt, es wurde dauerhaft wärmer und feuchter. Das Milieu, das diese Eiszeitkunst und die damit zusammenhängenden Neuerungen getragen hatte, war verschwunden. Die nachfolgenden Jahrtausende spiegeln eine der fundamentalsten Veränderungen der Menschheitsgeschichte wider, nämlich die Entstehung von sesshaftem Leben und von Landwirtschaft mit der Domestikation von Pflanzen und Tieren.

Im Nahen Osten und in verschiedenen Teilen Europas wurde dabei das zur Verfügung stehende Domestikationspotenzial vom Menschen genutzt: Aus Wildgetreide wurden Nutzpflanzen wie Emmer, Einkorn und Weizen, aus Wildtieren züchtete man Haustiere wie Schaf, Ziege, Rind und Schwein. Der Übergang war kontinuierlich. Die sogenannte neolithische Revolution war in ihrer Wirkung zwar revolutionär, basierte aber auf einem Erfahrungswissen, das über Jahrtausende angesammelt wurde und schrittweise zur Landwirtschaft führte. Erst kam die Viehzucht, etwas später folgten die ersten Kulturpflanzen.

Ackerbau und Viehzucht bedingten ortsgebundene Siedelgemeinschaften, denen es immer besser gelang, ihre Lebensverhältnisse und ihre Ernährung schrittweise zu optimieren, planbar zu machen und Überschüsse zu produzieren. Dieser Prozess setzt zuerst im Fruchtbaren Halbmond ein, und vom Vorderen Orient aus verbreitete sich produzierendes Wirtschaften in nahezu alle Himmelsrichtungen: ins Indus-Tal, nach Transkaukasien, ins Niltal und nach Südost- und Mitteleuropa.

Die Folge von Sesshaftigkeit und Landwirtschaft war ein deutlicher Bevölkerungsanstieg. Doch jeder Fortschritt hat seinen Preis, und bäuerliches Leben hatte gravierende Nebenwirkungen: einseitige Ernährung mit weniger Proteinen und mit daraus resultierenden Mangelerscheinungen, der Ausbruch von Infektionskrankheiten durch das Zusammenleben mit Tieren auf engstem Raum und die Gefahr für das Überleben ganzer Siedelgemeinschaften durch Missernten. War Planbarkeit grundsätzlich ein Vorteil, so brachte die veränderte Lebens- und Wirtschaftsweise auch neue Abhängigkeiten und Risiken.

Die Zunahme der Bevölkerung und das Anwachsen der Siedlungen führte zu einem erhöhten Regelungsbedarf. Die Folge waren Arbeitsteilung und erste Ansätze von sozialer Schichtung, die mit dem Aufkommen der Metallurgie (Gewinnung und Verarbeitung von Kupfer, Zinn, Bronze und Gold) immer prononcierter wurde, weil der Besitz von Rohstoffen, die Kenntnis ihrer Verarbeitung und die Kontrolle über ihre Distribution erhebliche Unterschiede in den Eigentums- und Machtverhältnissen zur Folge hatten.

Diese neue Schichtung der Gesellschaft ging mit einer deutlichen Hierarchisierung der Niederlassungen einher: Neben großen Zentralorten mit Gemeinschaftsbauten und Befestigungen finden sich kleinere Dörfer, die vielfach zur Nahrungsmittelversorgung der Zentralorte beitrugen. Diese Entwicklung begann also mit der Sesshaftwerdung des Menschen und mündete schließlich in der schrittweisen Herausbildung komplexer Gesellschaften. Traten Schriftgebrauch und weitentwickelte politische, soziale und religiöse Institutionen noch hinzu, so sprechen wir von frühen Hochkulturen, die sich in Vorderasien und Ägypten während des späten 4. Jahrtausends v. Chr. herausbildeten.

Immer wieder versuchte der Mensch, die Welt neu zu denken. Dieser Prozess begann mit dem ersten zielgerichteten menschlichen Handeln früher Hominiden vor Millionen von Jahren und zieht sich wie ein roter Faden durch die gesamte frühe Menschheitsgeschichte. Erreichte der noch als Wildbeute lebende frühe *Homo sapiens* vor dem Ende der Eiszeit bereits das Stadium kultureller Modernität, so waren der Beginn sesshaften Lebens und produzierenden Wirtschaftens geradezu revolutionär, weil sie sein Dasein bis hin zu seinen gesellschaftlichen Organisationsformen von Grund auf veränderten. Die Herausbildung komplexer, arbeitsteilig strukturierter und auch sozial geschichteter Gemeinschaften als Vorstufe wirklich hochkultureller Verhältnisse mit Schrift und Königtum war schließlich eine fast logische Folge dieses Wandels.



Hermann Parzinger

ist Archäologe und Prähistoriker und seit 2008 Präsident der Stiftung Preußischer Kulturbesitz. Nach seiner Promotion und Habilitation in München war er 1990–2003 als Direktor und 2003–2008 als Präsident am Deutschen Archäologischen Institut in Berlin tätig. Er führte zahlreiche Ausgrabungen im Nahen und Mittleren Osten durch, besonders jedoch in verschiedenen Teilen Russlands mit Schwerpunkt Sibirien. Im Jahre 1998 erhielt er für seine Forschungen den Leibniz-Preis, 2011 wurde er in den Orden Pour le mérite für Wissenschaften und Künste aufgenommen und 2021 zu dessen Kanzler gewählt. 2015 erfolgte seine Berufung in die Gründungsintendanz des Humboldt Forums. Parzinger ist außerdem Autor zahlreicher wissenschaftlicher und populärer Bücher zu unterschiedlichen Themen früher Menschheitsgeschichte. 2018 wurde er zum geschäftsführenden Präsidenten des europäischen Denkmalschutz-Verbands Europa Nostra gewählt.

→ *Diese Umbrüche in der frühen Geschichte der Menschheit wirken durch ihre weitreichenden Folgen letztlich bis heute nach und sind in ihrer Tragweite durchaus mit der Industrialisierung oder dem Anbruch des digitalen Zeitalters zu vergleichen.*





S

Warum gibt es „Superspreader“?

Vom Entstehen und Platzen
ansteckender Aerosole

Manuela Bock



Weltweit arbeiten Forscherinnen und Forscher seit Monaten unter Hochdruck daran, Corona Einhalt zu gebieten.



Prof. Dr. Heike Walles
Foto: Jana Dünnhaupt

„Es wurde bereits viel Forschung darüber betrieben, wie das Virus in die menschliche Zelle gelangt, was passiert, wenn es im menschlichen Körper ist, wie es infiziert, sich vermehrt und verbreitet“, sagt Prof. Dr. Heike Walles vom Institut für Chemie an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU), „aber es fehlt ein Zwischenstück.“ Diese Lücke birgt die Antwort auf die Frage, wie das Virus aus dem Menschen gelangt. Und damit die Erkenntnis, warum einige Corona-Infizierte mehr Viren als andere verteilen und zum „Superspreader“ werden.

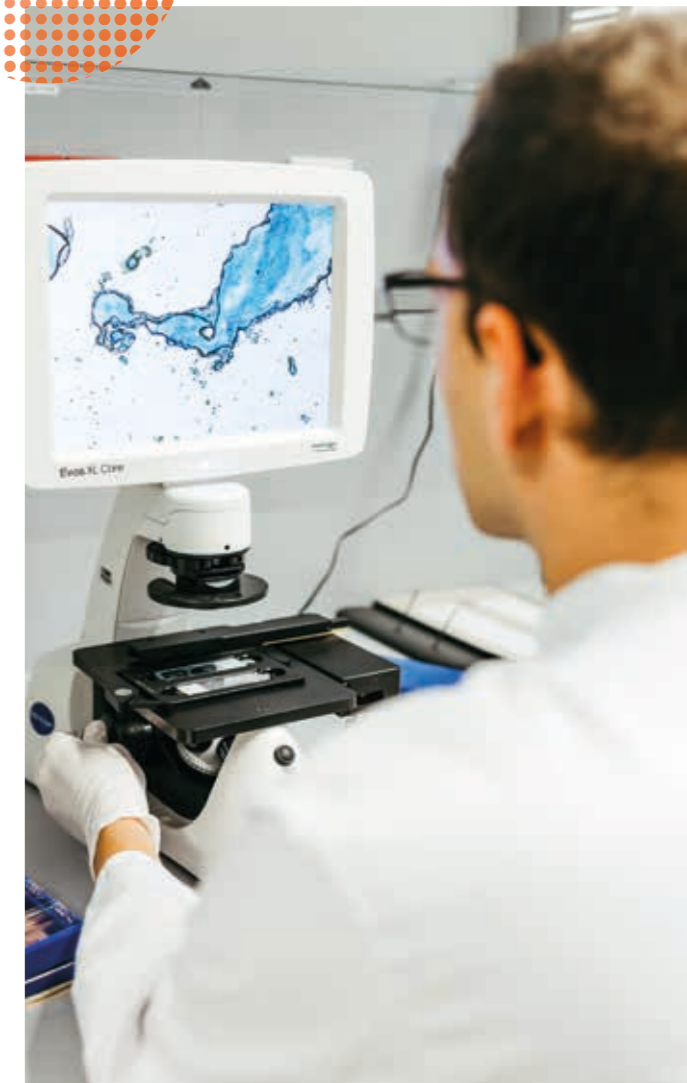
In einem interdisziplinären Projekt, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit fast 900.000 Euro gefördert wird, wollen die Biomedizinerin und ihr Team mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus der Physik und Verfahrenstechnik an der OVGU dieses Geheimnis knacken. Gemeinsam gehen sie in den nächsten drei Jahren der Frage nach, wie die Viruspartikel in unserem Körper in die winzigen „Schwebeteilchen“, die Aerosole, verpackt werden. Sie wollen wissen, welche Mechanismen dazu führen, dass diese Partikel in den Atemwegen anderer Menschen anhaften, dort platzen und zu weiteren Infektionen führen. Dabei sollen Simulationsmodelle entstehen, mit denen belastbare Vorhersagen über Verteilung und Verbreitung der Aerosole getroffen werden können. „Wir gehen in eine unerforschte Richtung, wir wollen diesen Prozess verstehen“, sagt Prof. Heike Walles.

Der begann mit einer Beobachtung chinesischer Forscherinnen und Forscher Ende 2020: Sie erkannten, dass Menschen in einem Kaufhaus unterschiedlich starke Belastungen aufwiesen und leiteten daraus ab, dass nicht jeder von ihnen gleich viel Aerosole abgegeben hat – das war die Geburtsstunde der

→ „Superspreader“.

Es wurde schnell klar, dass sie kein Corona-Phänomen darstellen, sondern beispielsweise auch bei der Grippe zu finden sind. „Nicht jeder Infizierte ist auch ein Superspreader“, sagt die Magdeburger Forscherin, „es handelt sich dabei meist um infizierte Menschen mit einer hohen Viruslast.“ Aber was passiert in deren Körper? Was macht sie so ansteckend? Die Antworten stecken tief im Inneren der Menschen und basieren auf sehr kleinen Teilchen. Wer schnäuzt, niest, hustet produziert aus einem Schleim in den oberen Atemwegen große Tropfen. Die sind beherrschbar, können mit einer Maske leicht abgewehrt werden. „Gefährlich“, so die Biomedizinerin, „sind die kleinen Tropfen.“ Die seien zu winzig, könnten nicht mit der normalen Luft transportiert werden. Und doch würden sie ihr Ziel finden, weil sie die Tröpfchen als Vehikel benutzen. Wie die Viren in die Tröpfchen gelangen, wie Aerosole im Atemtrakt entstehen, das hätte „noch niemand erforscht, und wir können das jetzt“, sagt sie.

Wir, das sind die Magdeburger Forscherin von der „Core Facility Tissue Engineering“ (TE), der Physiker Prof. Claus-Dieter Ohl von der Fakultät für Naturwissenschaften sowie der Juniorprofessor Dr.-Ing. Fabian Denner vom Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik und ihre Teams. Wenn sie ihren Ansatz erläutern, klingt der so naheliegend, dass sich fast jeder wundert, warum nicht schon jemand in diese Richtung geforscht hat. „Es fehlen oft viele Voraussetzungen. Wir haben festgestellt, dass wir hier die richtige Expertise haben“, sagt Professorin Walles. Der Schlüssel ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit. „Bei uns können sich unterschiedlichste naturwissenschaftliche Disziplinen effektiv gegenseitig befruchten“, meint Prof. Claus-Dieter Ohl.



Unter dem Mikroskop liegen 10 µm dicken Schnitte vom Gewebemodell der Atemwege, die im Bioreaktor hergestellt wurden. Auf dem Bildschirm des Mikroskops ist der blau angefärbte Mucus (Schleim) zu sehen, der von einem Atemwegsmodell in einer Kulturdauer von 14 Tagen produziert wurde.

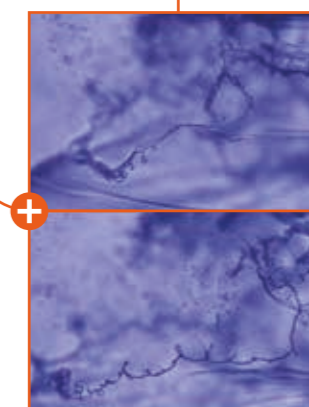
Foto: Jana Dünnhaupt



Im Forschungsprojekt hat jeder wichtige Aufgaben. Das Team um Prof. Claus-Dieter Ohl wird Aerosole unterschiedlicher Größe produzieren, die den natürlichen in unserer Lunge sehr ähnlich sind. Darin wollen die Physiker probeweise fluoreszierende Proteine verpacken. Die Biomedizinerin und ihr Team werden im Labor aus Polymeren

→ künstliche Gewebemodelle

aus unterschiedlichen Regionen unserer Atemwege züchten und unter anderem Teile einer künstlichen Lunge wachsen lassen. Das Team um Jun.-Prof. Fabian Denner wird die riesige Datenmenge aus den Experimenten in Simulationsmodelle einpflegen, um damit die Basis für die Entscheidungen zu liefern, welche Anpassungen und Veränderungen in den nächsten experimentellen Ansätzen nötig sind. Im Mittelpunkt der Forschungen in Magdeburg steht der Flüssigkeitsfilm, der sich auf den Organen unseres Atemsystems bildet. Denn, wenn dieser aufreißt, werden Tröpfchen weggeschleudert, die dann als Aerosole in der Atemluft schweben und die Viren nach außen tragen und verteilen.



Unter dem Mikroskop ist zu erkennen, dass beim Aufreißen eines Flüssigkeitsfilms viele kleine Tröpfchen weggeschleudert werden. Diese Aerosole schweben lange in der Atemluft. Bilder: Dr. Patricia Pfeiffer, Dr. Fabian Reuter



Prof. Dr. Claus-Dieter Ohl
Foto: Jana Dünnhaupt

Damit die physikalischen Bedingungen in den Atemwegen simuliert werden können, sollen Proteinlösungen als „Schleimersatz“ auf die Modelle aufgebracht werden. Getestet wird dann, wie sich die Aerosole in den Röhrensystemen durch Hochdruckverfahren verteilen, wie sie an biologischen Oberflächen haften und schließlich platzen. „Wir wollen sehen, wie so ein Partikel eingepackt wird, wenn der Film reißt“, erklärt Prof. Claus-Dieter Ohl. Für die mikroskopische Beobachtung so kleiner Tröpfchen-Bewegungen nutzen er und sein Team die schnellste Kamera, die es derzeit in Deutschland gibt. Nicht ohne Grund: Das Virus ist unvorstellbar klein, umfasst kaum 120 Nanometer. „Wann der Flüssigkeitsfilm aufreißt, bestimmen atomare Kräfte, auf die das Virus einen Einfluss haben muss, das wollen wir experimentell betrachten“, sagt er. An diesem Punkt kommen die Simulationen ins Spiel, denn was sich nicht im Labor betrachten lässt, muss berechnet werden.

Dabei liegt der Ball im Feld von Jun.-Prof. Fabian Denner. Er erklärt: „Die Simulationen können nur so gut sein, wie die mathematischen Modelle, auf denen sie beruhen.“ Dabei eine Genauigkeit zu erhalten, die Vorhersagen erlaube, sei „sehr schwierig“. Was jedoch nicht bedeute, dass es nicht trotzdem möglich ist. Eher im Gegenteil. Dem Experten der Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik geht es wie seiner Kollegin und seinem Kollegen, sagt er. Alle würden spüren, dass etwas bisher Unverstandenes zum Greifen nah ist.

Zahlreiche Forschungsstunden stehen bevor, unzählige Experimente und Wiederholungen, um zu erkennen, welche Bedingungen vorhanden sein müssen, damit viele Aerosole entstehen. Wenn das geklärt wird, ist das Geheimnis der „Superspreader“ geknackt. Für diese Entschlüsselung arbeitet das Team fast wortwörtlich Hand in Hand.



Für den Blick ins Neuland bringen alle viel Erfahrungen mit ins Projekt. So beschäftigt sich die Biomedizinerin seit langem und in vielen Ansätzen damit, Gewebemodelle für die Infektionsforschung nutzen zu können. Was in den kommenden Monaten in Magdeburg erforscht wird, können die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler direkt an Zellen anwenden. Möglich wird das durch Gewebephantome, die in den Laboren von Prof. Dr. Heike Walles wachsen. In der „TE“ züchten Forscherinnen und Forscher künstliches Gewebe nach biologischem Vorbild. Im Gebäude 28 wachsen auch Fach-Disziplinen zusammen, vernetzen sich Technik- und Lebenswissenschaften. Seit knapp drei Jahren baut die Wissenschaftlerin das Zentrum an der OVGU auf.



Jun.-Prof. Dr. Fabian Denner
Foto: Jana Dünnhaupt

Viele, sehr viele Schritte sind nun nötig, um das „Superspreader-Rätsel“ zu knacken. „Wenn wir das Geheimnis lüften, eröffnet sich ein breites Spektrum für weitere Ansätze“, sagt Prof. Walles. Nicht nur Covid könnte Einhalt geboten werden. „Wir hoffen, Medikamente entwickeln zu können, die bei jeder aerosoltransmittierten Virusinfektion helfen, auch bei solchen Krankheiten wie der Schweinepest“, erklärt Prof. Claus-Dieter Ohl. Mit den Erkenntnissen aus der OVGU könnte beispielsweise ein Spray entwickelt werden, dass die Oberflächenspannung in den Atemwegen so verändert, dass virentragende Aerosole gar nicht erst entstehen – oder, dass sie die Atemwege nicht verlassen.

→ Die Forscherinnen und Forscher von der OVGU könnten bald den Schlüssel in der Hand halten, warum es „Superspreader“ gibt. Mit Erkenntnissen aus Magdeburg zu den grundlegenden Wechselwirkungen würden sich die Wissenslücken schließen und sich Visionen in Realität verwandeln.



Sie hofft, „dass mit dem Projekt auch insgesamt die Bedeutung der Gewebemodelle stärker ins Bewusstsein gerät, kombinierte Modelle eine Alternative für Tierversuche werden“ und bis zum Jahr 2030 „hoffentlich erste Phase-I-Studien komplett ersetzt werden“ könnten. Eine ihrer vielen Visionen als Forscherin füllt sich bereits mit Leben: Wissbegierige kommen an die Magdeburger Uni, um im „TE“ zu lernen und neue Dinge voranzutreiben. Eine andere hat sie im Blick: Forschungen, wie die des „Superspreader“-Projekts, sollen in die Lehre eingebracht werden, um damit Interaktionen zu schaffen, mit denen Studierende, Schülerinnen und Schüler begeistert werden können. „Wir kombinieren die Biologie mit der Technologie, so etwas gehört dazu, wenn man sich dort bewegen möchte, wo noch niemand war“, sagt Prof. Heike Walles.

Im Bioreaktor (brauner „Behälter“) des neu entwickelten Testsystems wachsen Atemwegsmodelle heran, die bedingt in der Lage sind, Schleim zu produzieren. Kombiniert mit dem roten Modell der Atemwege wird die Ausbreitung von Aerosolen in vitro untersucht.
Foto: Jana Dünnhaupt

Beim Beschreiten des „Forschungsneulandes“ im „Superspreader“-Projekt treibt alle im Team die Aussicht auf den Erfolg an. Der Weg soll in Richtung Anwendbarkeit führen, meint Prof. Ohl. „Ich will Ergebnisse liefern, die Hand und Fuß haben, um das Infektionsrisiko zu mindern.“ Dass bei so einem komplexen Thema auch mit „Umwegen“ zu rechnen ist, dass sich möglicherweise auch „Sackgassen“ auftun, schrecke niemanden ab. „Etwas zu tun, was schwierig ist, das ist bei jeder Forschungsarbeit mein Ansporn“, sagt der Physiker. „Ein großes Ergebnis kann eben nur herauskommen, wenn vorher genau geprüft wurde, was nicht geht.“ Ähnlich sieht es sein Forschungskollege. „Wir setzen uns sehr hohe Ziele, es ist klar, dass nicht alle Schwierigkeiten und Hürden vorherzusehen sind“, so Jun.-Prof. Fabian Denner. Die ersten Schritte sind gemacht. In den vergangenen Wochen hat das Team um die Biomedizinerin Zellen gezüchtet und begonnen, damit zu forschen. In der Arbeitsgruppe um Fabian Denner laufen die Vorarbeiten für Simulationen, für numerische und mathematische Methoden. In der Fakultät für Naturwissenschaften haben der Physiker und sein Team die experimentellen Vorarbeiten erledigt und Equipment gekauft, um die Kleinst-Partikel messen zu können.





m

Medizin trifft *Maschinenbau*

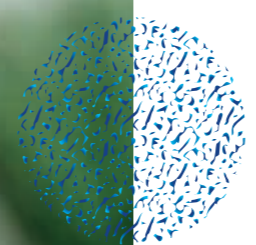
Eine ungewöhnliche Zusammenarbeit
zum Wohle von Patientinnen und Patienten

Lisa Baaske

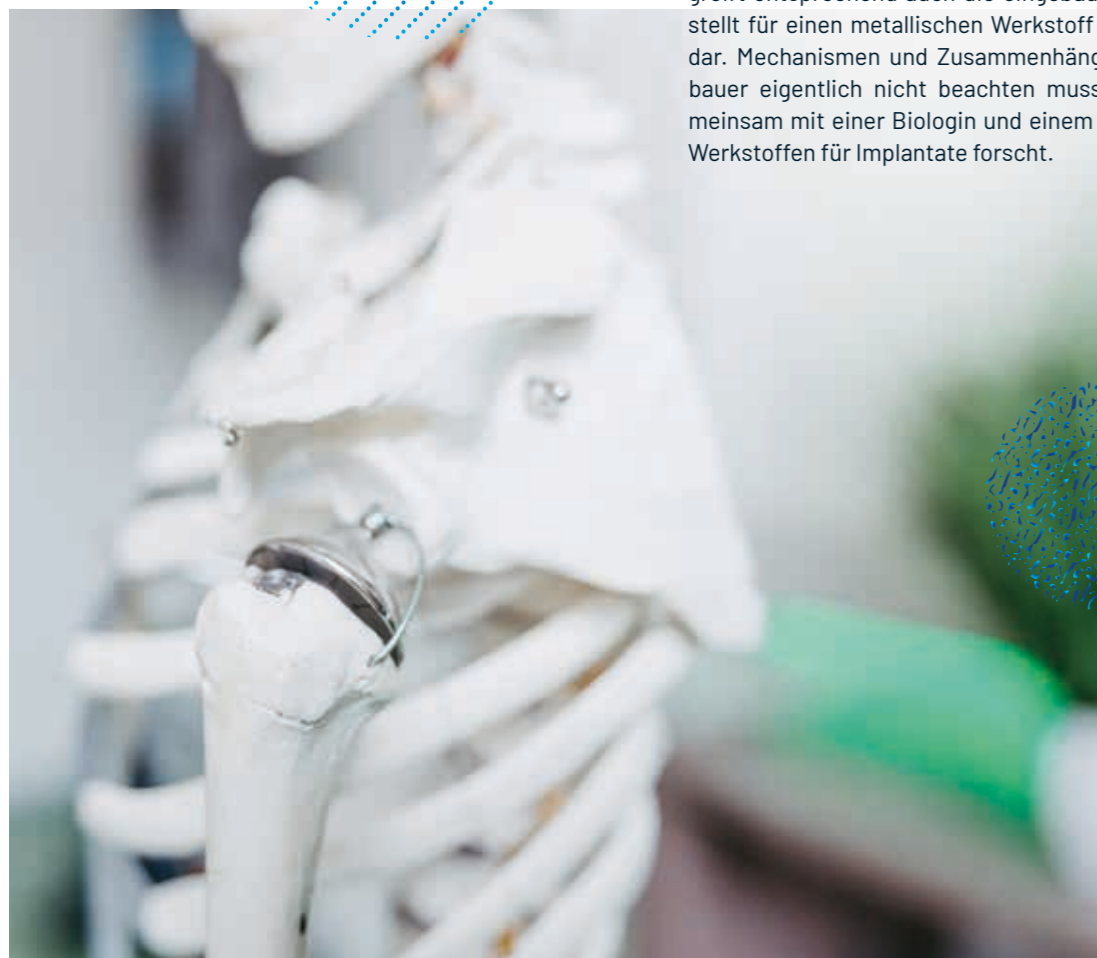


Wussten Sie, dass es Zellen im Körper gibt, die Knochen abbauen?

Das menschliche Skelett unterliegt einer andauernden Renovierung. Das bedeutet, dass ständig Knochenmasse abgebaut wird und an diesen Stellen neuer Knochen ersetzt wird. Hierfür ist ein Gleichgewicht zwischen Osteoklasten (Knochen abbauenden Zellen) und Osteoblasten (Knochen aufbauenden Zellen) essentiell. Die Knochen abbauenden Osteoklasten schütten an ihrer Unterseite Salzsäure aus, um hiermit das Knochenmaterial aufzulösen, sodass neuer Knochen an der Stelle entstehen kann. Hierbei kann ein pH-Wert von bis zu 1 entstehen, was einem sehr sauren Milieu entspricht. Diese Bedingungen greifen jedoch nicht nur den Knochen an, sondern können auch metallische Werkstoffe zerstören. Das ist normalerweise im menschlichen Körper kein Problem, außer für Menschen mit Implantaten bzw. sogenannten Endoprothesen, also metallischen Implantaten. Denn hier wirken die Osteoklasten nicht nur schädigend auf den Knochen, sondern das saure Milieu greift entsprechend auch die eingebauten Prothesen an und stellt für einen metallischen Werkstoff eine große Belastung dar. Mechanismen und Zusammenhänge, die ein Maschinenbauer eigentlich nicht beachten muss. Außer, wenn er gemeinsam mit einer Biologin und einem Orthopäden an neuen Werkstoffen für Implantate forscht.

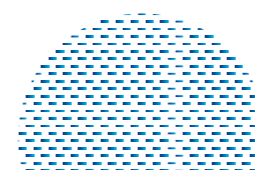


In ein medizinisches Lehrskelett wurde eine Schulter-Langeschaftprothese nach chirurgischen OP-Anweisungen eingesetzt. Foto: Jana Dünnhaupt



Prof. Dr.-Ing. Thorsten Halle
Foto: Jana Dünnhaupt

Prof. Dr.-Ing. Thorsten Halle, Leiter des Lehrstuhls Metallische Werkstoffe am Institut für Werkstoff- und Fügetechnik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Prof. Dr. Jessica Bertrand, Leiterin des Forschungslabors der Orthopädischen Universitätsklinik, und Prof. Dr. Christoph Lohmann, Direktor der Orthopädischen Universitätsklinik, wollen in einer Arbeitsgruppe gemeinsam herausfinden, wie Endoprothesen im Körper wirken, insbesondere die Abriebpartikel, die täglich entstehen, wenn diese Implantate im menschlichen Organismus belastet werden. Das Team charakterisiert die Reaktion des menschlichen Körpers auf die metallischen Abriebpartikel und untersucht, wie diese zu metallischen Ionen, elektrisch geladene Atome oder Moleküle, zerfallen oder aktiv zersetzt werden. „Wir versuchen, Werkstoffe für die Anwendung im oder am Körper dahingehend zu optimieren, dass sie weniger korrodieren“, erklärt Prof. Halle. Korrosion kommt vom lateinischen *corrodere* und bedeutet so viel wie „zersetzen“, „zerfressen“, „zernagen“. Diese Prozesse werden durch die Reaktion des Metalls mit seiner Umgebung, zum Beispiel Wasser oder Sauerstoff, hervorgerufen und Zerstörungen der Oberfläche eines Metalls, beispielsweise wenn es „rostet“, sind die Folge. „Korrosion ist einer der häufigsten Gründe, warum Endoprothesen gewechselt werden, das heißt aus den Patientinnen und Patienten wieder entfernt werden müssen“, erklärt der Orthopäde Prof. Dr. Christoph Lohmann. Die Lösung des Problems aus der Sicht des Werkstoffexperten Prof. Dr.-Ing. Thorsten Halle lautet: „Die Anzahl der Ionen, die sich aus den metallischen Endoprothesen im Körper durch chemische Reaktionen lösen, muss so reduziert werden, dass keine toxischen Konzentrationen im Gewebe auftreten können.“



Das große Ziel des forschenden Trios ist es,

Korrosion an Endoprothesen zu vermeiden. „Korrosion an Endoprothesen ist ein Schadensmechanismus, der vielleicht noch gar nicht so lange bekannt ist und den wir fokussiert weiter untersuchen wollen. Das ist eine wichtige Stellschraube für die Langlebigkeit von Endoprothesen, die wir weiter bearbeiten wollen“, ergänzt die Biologin Prof. Jessica Bertrand. „Es gibt viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die zurzeit daran forschen, die Menge an Abriebpartikeln aus Endoprothesen zu vermeiden, zum Beispiel über unterschiedliche Beschichtungen. Aber wir gehen den Weg der Korrosionsvermeidung, weil wir glauben, dass das einer der Hauptmechanismen ist, warum Endoprothesen versagen“, fügt die Naturwissenschaftlerin an.



oben: Prof. Dr. Jessica Bertrand
Foto: Jana Dünnhaupt



unten: Prof. Dr. Christoph Lohmann
Foto: Christian Morawe



Langfristiges Ziel der Forschungen ist es, die Herstellung von Endoprothesen anzupassen, ohne das Ausgangsmaterial außerhalb der zulässigen Grenzen zu verändern. Denn der Wechsel von Materialien bei der Produktion von Medizinprodukten wäre sehr teuer und zeitaufwendig, so Professor Halle. Vor allem der Prozess der Werkstoffzulassung ist langwierig und kostspielig. Aktuell bestehen Endoprothesen aus verschiedenen Kombinationen von Titanlegierungen, Kobalt-Chrom-Legierungen, Edelstahl, Polyethylen oder Keramiken.

Die Biologin, der Maschinenbauer und der Orthopäde möchten deshalb die bereits bestehenden Endoprothesenmaterialien im Rahmen der zulässigen Grenzen optimieren, um künftig Wechseloperationen (Revisionen) möglichst weit hinauszuzögern und somit die Lebensqualität der Patientinnen und Patienten zu verbessern. „Diese Revisionsoperationen werden genau dann notwendig, wenn das Implantat ausfällt, häufig durch Korrosion an der Endoprothese. Genau diese Schadensfälle wollen wir reduzieren und im Idealfall sogar vermeiden. Aber dazu ist es wichtig, die zugrundeliegenden Mechanismen zu verstehen“, erklärt der Materialforscher Halle. „Was passiert genau an der Grenzfläche, an der Oberfläche? Welche Zellen wirken da? Anschließend könnten wir aus dem Bereich des Maschinenbaus heraus, also durch Kenntnis von Fertigungsprozessen oder Erfahrungen aus der Wärmebehandlung, diese Werkstoffe so beeinflussen, dass sie als Implantate eine bessere Performance zeigen.“



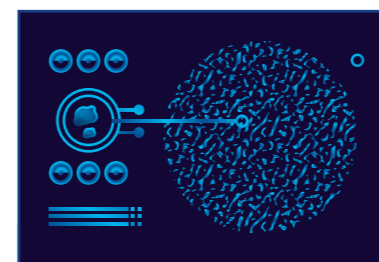
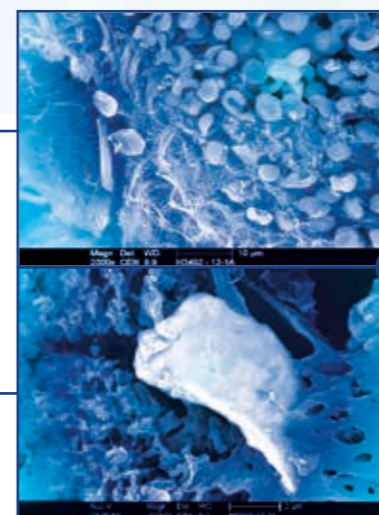
Implantation einer Knieendoprothese mit einem OP-Roboter, der den Orthopäden bei der hochpräzisen Durchführung der Implantation unterstützt.
Foto: Christian Morawe

Elektronenmikroskopische Aufnahmen:
oben: Periprothetisches Gewebe (Schulter)
unten: Metallischer Partikel (TiAlV)
in periprothetischem Gewebe
Fotos: ???



Modulare Totalendoprothesen für verschiedene Gelenke aus metallischen, keramischen und polymeren Werkstoffen.
Foto: Jana Dünnhaupt

Eingebettet ist das ungewöhnliche Forschungsprojekt in das Promotionsprogramm MEMoRIAL, eine vom Europäischen Sozialfonds ESF geförderte Graduiertenschule. MEMoRIAL steht dabei für „Medical Engineering and Engineering Materials“. In diesem Programm werden internationale Promovierende in zwei besonders forschungstarken ingenieurwissenschaftlichen Profillinien der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg unterstützt: der Medizintechnik und den Materialwissenschaften. Nicht zuletzt geht es – wie auch in dem daraus entstandenen Projekt der drei Wissenschaftler – darum, die interdisziplinäre Zusammenarbeit der beiden Themenfelder zu stärken. „Das ist aus unserer Sicht sehr gut gelungen“, so Maschinenbauer Halle. „Mittlerweile ist es zum Beispiel nicht mehr nur eine Zusammenarbeit zwischen mir und Professorin Bertrand, sondern Professorin Bertrand arbeitet auch mit vielen anderen Kolleginnen und Kollegen aus der Fakultät für Maschinenbau zusammen. Es gibt Wirkungen hinein bis in die Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik. Aus unserer Zusammenarbeit sind also eine Vielzahl von Spin-off-Projekten entstanden.“



Die ungewöhnliche interdisziplinäre Zusammenarbeit hatte in der klinischen Erfahrung und den daraus entstandenen Fragestellungen des Orthopäden Lohmann ihren Ausgangspunkt. „Ich habe ein großes Potenzial in den Werkstoffen und deren Modifikation sowie der Oberflächenbearbeitung gesehen“, erzählt er. Daraus hätten sich Fragen und Probleme entwickelt, die Maschinenbauer bzw. Materialforscher auf den Plan riefen zu Themen wie: Beeinflusst bzw. unterdrückt die Oberflächenstrukturierung das Anhaften von bestimmten Zellarten? „Die Fragen, die die Mediziner hatten, konnten problemlos auf ingenieurtechnische Fragestellungen übertragen werden, die wir teilweise recht einfach, aber auch teilweise mit erhöhtem Aufwand und nachgelagerten Forschungsprojekten beantworten konnten“, so Prof. Halle. Als die fachübergreifende Zusammenarbeit vor etwa fünf Jahren begann, traten aber auch schnell weitere Problematiken auf: „Die größte Herausforderung, vor der wir zu Beginn unserer Zusammenarbeit standen, so erschien es mir jedenfalls, war die unterschiedliche Wissenschaftssprache“, erinnert sich der Ingenieur Thorsten Halle. „Wenn ich von irgendeiner Messung geredet habe, dann meinte ich das normalerweise in einem anderen Kontext als Professorin Bertrand oder Professor Lohmann.“ Es habe anderthalb Jahre gedauert, bis sich alle gegenseitig an die jeweilige Wissenschaftssprache des oder der anderen angepasst, sie quasi „erlernt“ hätten. Seitdem funktioniert die Zusammenarbeit aber reibungslos.



GUERICKE facts

Endoprothesen, beziehungsweise ihre Werkstoffe, halten unter Laborbedingungen ca. 20 Jahre. Bei optimalen Patienten-/Körperbedingungen ist das auch so.

Bei ungefähr 5 Prozent der Patienten und Patientinnen jedoch muss ein Implantat bereits nach 10 Jahren gewechselt werden.

Die häufigsten Gründe für den Implantatwechsel sind Verschleiß, beziehungsweise Korrosion, Infektionen und Fehleinbau.



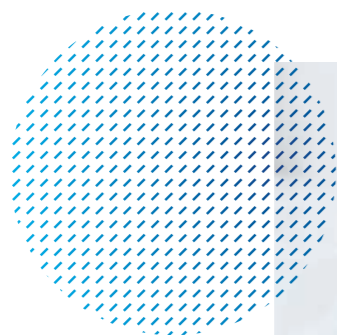


→ Aber wie soll man sich das eigentlich konkret vorstellen, wenn Biologen, Orthopäden und Maschinenbauer zusammenarbeiten?



Mit dem Mikrotom können Dünnschnitte von Gewebeproben hergestellt werden, um u. a. Abriebpartikel aus den künstlichen Artikulationen zu identifizieren.
Foto: Jana Dünnhaupt

Vor der Pandemie haben sich alle mindestens einmal im Monat getroffen und sich gegenseitig ihre jeweiligen Forschungsergebnisse erklärt. Die Biologin Jessica Bertrand stellte beispielsweise die biologischen Daten zu unterschiedlichen metallischen Werkstoffen vor und präsentierte den anderen, wie die Zellen und Bakterien darauf reagiert hatten oder zeigte, dass bestimmte Substanzen Korrosion auslösen. Prof. Halle wiederum teilte seine gewonnenen Erkenntnisse aus der Materialwissenschaft, sodass am Ende eine Zusammenschau der Expertisen entstand. So verstand der Ingenieur Halle, was Osteoklasten sind und wie sie wirken, erfuhr die Biologin Bertrand, dass diese Zellen eine extrem starke Belastung für metallische Werkstoffe darstellen können. Durch den intensiven Einblick in die anderen Fachgebiete erkannten die Wissenschaftlerin und Wissenschaftler Herausforderungen, die sie vorher nie als problematisch eingeschätzt hätten. So charakterisierte man beispielsweise metallische Werkstoffe mit den Worten stabil und robust, so Prof. Halle. „Wenn es aber regnet, dann korrodieren diese Stoffe, also ‚rosten‘. Aber genau das passiert eben auch im Körper, wo wir hohe Salzgehalte und dabei niedrige pH-Werte haben, was tatsächlich herausfordernd für mich als Materialwissenschaftler ist.“



In den gemeinsamen Meetings geht es schließlich auch darum, aus biologischer, medizinischer und werkstoffwissenschaftlicher Sicht die Schlüsselfaktoren zu identifizieren, die wichtig sind für notwendige Experimente und dem damit verbundenen Versuchsaufbau, um die Umstände innerhalb des Körpers so realistisch wie möglich nachzustellen. Die aus den unterschiedlichen Perspektiven erarbeiteten Lösungsansätze wurden zusammengeführt und es entstand ein Experimentdesign, das die Wünsche und Bedürfnisse sowohl der Biologin als auch des Mediziners und des Ingenieurs vereinte. Um die auf Implantate wirkenden Schädigungsmechanismen zu verstehen, wurde untersucht, welche Wechselwirkungen es zwischen der Oberfläche des Implantats und den Zellen gab und wie dieser Zusammenhang die Korrosion beeinflusste. „Gemeinsam stellen wir dann klinische oder intraoperative Probleme im Labor nach oder simulieren diese“, so Prof. Lohmann.



Implantation einer Schulter-Endoprothese in das Modell eines Oberarmknochens
Foto: Jana Dünnhaupt

Es sei ziemlich ungewöhnlich, dass Medizin und Maschinenbau gemeinsam mit der Biologie auf diese Art und Weise zusammenarbeiten, gesteht der Ingenieur Thorsten Halle. Es gebe zwar deutschlandweit Arbeitsgruppen, die auch im Bereich der orthopädischen Implantate, insbesondere zu den mechanischen Belastungen forschten, aber die Zusammenarbeit zwischen Materialwissenschaften, Biologie und der Klinik sei schon speziell. Aus der Sicht von Prof. Halle haben die Forschenden an der Uni Magdeburg einen großen Vorteil: „Wir haben als Universität mit einer medizinischen Fakultät Zugriff auf klinische Ergebnisse.“ Das heißt: Wenn der Orthopäde Lohmann ein Implantat operativ entfernen muss, dann kann anschließend der Materialforscher Halle dieses Implantat untersuchen, um zu sehen, warum sich das künstliche Gelenk zum Beispiel entzündet hat. Darüber hinaus gibt es eine Forschungsdatenbank, auf die die Wissenschaftlerin und die Wissenschaftler zugreifen können. „Das ist für uns unglaublich erhellend, wenn wir uns mal anschauen: Warum hat denn das Implantat versagt? Was kann man da besser machen?“, so Halle. „Wir müssen also nicht nur am Reißbrett theoretisch Modelle ausarbeiten, sondern können Ergebnisse als Rundkoppelung zwischen biologischen, materialwissenschaftlichen und klinischen Fragestellungen zusammenführen.“



Auswertung der Ergebnisse von Untersuchungen metallischer Implantatwerkstoffe im Rasterelektronenmikroskop
Foto: Jana Dünnhaupt

Diese gemeinsam gewonnenen Erkenntnisse sind für künftige Patientinnen und Patienten enorm hilfreich. Denn die Korrosion des Implantats kann nicht nur auf den umliegenden Knochen wirken. Die gelösten Metallionen haben die Fähigkeit, sich im ganzen Körper zu verteilen, sodass es zu Nervenschädigungen oder Missempfindungen kommen kann. Prof. Lohmann gibt dafür ein anschauliches Beispiel: Ein Berufskoch hatte eine Prothese, die korrodiert war. Er kam mit Geschmacksverlust und Herzrhythmusstörungen in die Klinik. Die Prothese wurde ausgetauscht und er konnte wieder schmecken und erfolgreich seinem Beruf nachgehen. „Das ist natürlich ein gravierender Fall, aber ich finde es als Biologin faszinierend, wie so ein Stückchen Metall, eine Endoprothese, die eigentlich das Leben verbessern soll, zu diesen schwerwiegenden Nebenwirkungen führen kann“, konstatiert Prof. Bertrand. Gemeinsam durch die Zusammenführung von unterschiedlicher Expertise und Perspektive kann schneller neu gedacht und erfolgreich geforscht werden, so das Fazit des Ingenieurs Prof. Thorsten Halle: „Jeder bringt seine Fachkenntnisse gewinnbringend ein: Der Orthopäde über die Implantationstechnik und die Erfahrungen mit Patientinnen und Patienten, die Biologin mit ihrer Expertise zu Zelldifferenzierungen und der zerstörerischen Kraft von Ionen auf den Organismus und ich als Werkstoffwissenschaftler die Kenntnisse über Korrosionsvermeidung.“



→ Also ich glaube, wir sind in dieser Kombination einfach ein schlagkräftiges Team.“



m

Moleküle
nach Maß

Vegane Impfstoffe aus
dem Chemielabor

Katharina Vorwerk

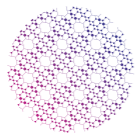
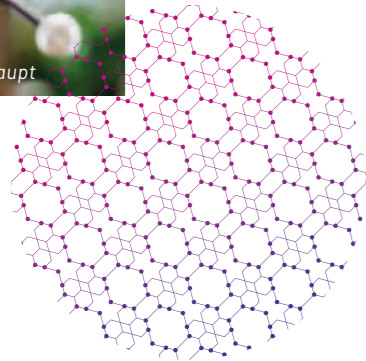


Palmen sind das erste, was wir sehen, bevor wir Dieter Schinzer begegnen. Deckenhohe, weit ausladende Zweige dieser exotischen Pflanzen füllen sein Büro im Institut für Chemie der Universität Magdeburg, bilden lebendige Dächer für Schreibtisch und Regale. Er finde es schön, in Gegenwart dieser Lebewesen zu arbeiten, entgegnet der Chemiker freundlich dem erstaunten Besucher. Eine filigrane, schwarze-rote Plastik-3D-Molekülstruktur, die die gesamte Tischplatte einnimmt, verrät aber, worum es an diesem Ort wirklich geht: um Moleküle als besondere Verbindungen von Atomen. Der Titel eines kiloschweren Fachbuches, das der Wissenschaftler in den Händen hält, bringt sein Forschungsthema auf den Punkt:



Foto: Jana Dünnhaupt

Molecules that changed the world.



„Wir bauen am Institut Moleküle nach, die Organismen in der Natur aus unterschiedlichsten Gründen von sich aus produzieren“;

erklärt Professor Dieter Schinzer. „Wenn wir diese Wirkstoffe aus der Natur im Labor künstlich erzeugen, können wir sie anschließend optimieren, damit sie – quasi als bessere Version ihrer selbst – eine pharmazeutische Wirkung nach Maß entfalten können.“ Das klinge recht simpel, sei es aber nicht, so der Wissenschaftler weiter. Über ihren eigenen Biosyntheseparat stellten Organismen neue und interessante Substanzen her, erzeugten aus einfachen Vorläufermolekülen komplexere Moleküle. „Wie das schöne Molekül hier, ein Antibiotikum aus Bakterien“, so der Chemiker und hebt vorsichtig die verzweigte, mehrfarbige Struktur vom Tisch.

Schinzer und sein Team vom Lehrstuhl Organische Chemie der Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik erschaffen quasi Moleküle nach Maß, wie zum Beispiel den Wirkstoff Disorazol. Mit einem hocheffektiven Verfahren ist es der Forschergruppe gelungen, diese in der Natur vorkommenden Moleküle synthetisch nachzubauen und so die Voraussetzung dafür zu schaffen, das Molekül und damit den Wirkstoff passgenau so zu verändern, dass er künftig in der Tumorthherapie eingesetzt werden könnte.



Prof. Dr. Dieter Schinzer
Foto: Jana Dünnhaupt



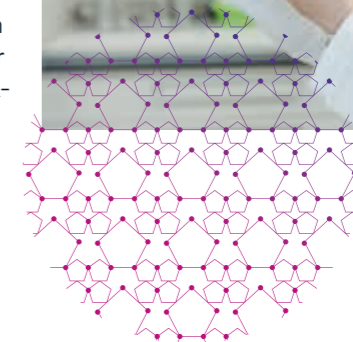
„Die Herausforderung bei der Synthese des Disorazol bestand darin, das Molekül so zu verändern, dass es an ein bestimmtes Protein andockt und damit zielgerichtet zum Tumorgewebe geführt werden kann“;

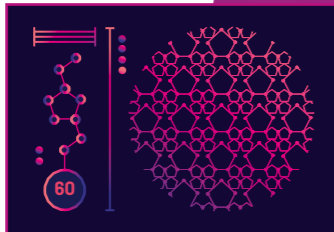
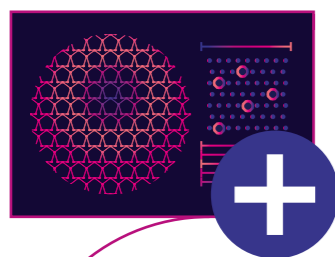
so Schinzer und legt behutsam das riesige Molekülmodell zurück auf den Tisch. Der für die Tumorzellen tödliche Wirkstoff werde durch einen sogenannten Linker an den Antikörper, das Protein gebunden, das als Vehikel den Wirkstoff in gebundener Form in die Tumorzelle schleuse. „In der Tumorzelle angelangt, wird der Linker dann zerstört und das Toxin freigesetzt. Dadurch wird spezifisch in der Tumorzelle der Zelltod ausgelöst und die Tumorzelle wird zerstört.“ Diese neue Konzeption in der Tumorthherapie führe dazu, dass auch sehr stark zytotoxische Moleküle, wie Disorazol, zukünftig erfolgreich in der Tumorthherapie eingesetzt werden könnten, ohne dass starke Nebenwirkungen aufträten. Der Zelltod, die sogenannte Apoptose, kann dann künftig nur dort ablaufen, wo er soll“, so Schinzer.

Denn das von sogenannten Myxobakterien produzierte Disorazol hemmt nachgewiesenermaßen erfolgreich die Teilung menschlicher und tierischer Zellen. Es ist aber bisher in der Krebstherapie nicht einsetzbar, da es zu aktiv und unselektiv agiert, wodurch auch gesunde Zellen den Zelltod erleiden. Bedingt durch diese erhöhte sogenannte Zytotoxizität, also Fähigkeit, Zellen und Gewebe zu schädigen, kommt es zu unerwünschten Nebenwirkungen. Durch die modifizierten Synthesen im Labor wird es nun möglich, den unkontrollierten Wirkmechanismus des Moleküls so zu beeinflussen, dass er zielgerichtet Tumorzellen angreift und damit als Entwicklungskandidat in der Krebstherapie geprüft werden kann.



Lars Finzelberg begutachtet eine synthetisierte Substanz
Foto: Jana Dünnhaupt



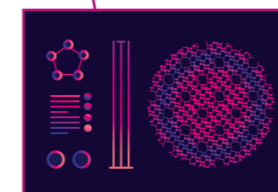


GUERICKE *facts*

Die meisten Atome, aus denen unser Körper aufgebaut ist, sind bereits über 14 Milliarden Jahre alt. Wasserstoff entstand in den ersten 3 Minuten des Universums.

Die größten jemals im Weltraum nachgewiesenen Moleküle, sogenannte Fullerene, bestehen aus 60 Kohlenstoffatomen und werden auch „Nanofußbälle“ genannt.

Azidothymidin ist das weltweit erste künstlich hergestellte Wirkstoffmolekül und wird im Medikament „Retrovir“ gegen HIV und AIDS eingesetzt.



Claudia Manna analysiert eine Substanzprobe
Foto: Jana Dünnhaupt

Auch nach Jahrzehnten ist Dieter Schinzer noch sichtlich fasziniert von den Möglichkeiten der Chemie. Das hätte sich, rückblickend betrachtet, als Kind schon ergeben, erinnert er sich. „Geboren in den Fünfzigern, haben mich Biologie, Chemie und Astronomie sehr interessiert, schon immer. Ich hatte alle Kosmos-Kästen, die es gab, würde ich sagen. Und auch ein Labor bei uns im Haus, was natürlich hin und wieder auch Stress gab, wenn da irgendwas in die Luft geflogen ist.“ Aus an sich unbedeutenden Ausgangsstoffen durch langwieriges Ausprobieren, fast besessenes Tüfteln und trotz vieler Rückschläge schließlich etwas Neues zu schaffen – diese Faszination spürt er bis heute.

Sein neuester Coup: Die synthetische Herstellung von Cholesterin. Auch als Cholesterin bekannt, ist es ein lebenswichtiges Lipid mit verschiedenen Funktionen im menschlichen Körper, wie dem Aufbau der Zellmembranen oder als Grundsubstanz der Steroidhormone wie Estrogene und Gestagene. Gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen des Unternehmens CordPharma GmbH ist es Professor Schinzer und seinem Team erstmals gelungen, mit einem hocheffektiven Verfahren aus pflanzlichen Rohstoffen pharmazeutisches Cholesterin herzustellen. Das Bahnbrechende dabei: Cholesterin ist ein wesentlicher Teil des „Lipid-Cocktails“, der für die Verabreichung der modernen mRNA-Impfstoffe notwendig ist. Lipide, griechisch Fette, sind eine Sammelbezeichnung für größtenteils wasserunlösliche Naturstoffe, die gemeinsam mit dem mRNA-Fragment sogenannte Lipid-Nano-Partikel bilden, die den Impfstoff letztendlich in unsere Zellen schleusen. „Das von uns nun synthetisch erzeugte Cholesterin ist in diesem Prozess äußerst relevant, da es die Lipid-Nano-Partikel stabilisiert und die Freisetzung des Impfstoffs in das Cytosol der Zelle ermöglicht“, erläutert Dieter Schinzer.

Momentan kommt das Meiste des industriell benötigten Cholesterins aus tierischen Quellen, zum Beispiel durch Extraktion aus Fett von Schafwolle. Über humane und veterinäre Medizinprodukte besteht aber das Risiko der Übertragung der spongiformen Enzephalopathie (TSE), einer irreversiblen Schädigung des Gehirns, erläutert der Wissenschaftler. „Bei der Produktion von Cholesterin aus pflanzlichen Rohstoffen können solche Verunreinigungen und Kontaminationen nicht auftreten.“ Sein „veganes“ Cholesterin sorgt also nicht nur für mehr Impfstoff, sondern macht diesen auch noch sicherer.

Wir folgen dem Chemiker Dieter Schinzer in seine Labore. Scheinbar endlos ineinander übergehende helle Räume mit großen Fensterfronten, voll von unzähligen Glasschränken, Arbeitstischen aus Keramik, Apparaturen aus miteinander verbundenen dicken und dünnen Glasrohren, durch die lautlos Flüssigkeiten gleiten. Vorbei an gefüllten und leise vor sich hin brodelnden Rundkolben, rotierenden Gefäßen, sogenannte Rotationsverdampfer, und brummenden Kühlschränken geht es hinter einer Feuerschutztür ins Allerheiligste: zum mannshohen Magnet des kernmagnetischen Resonanzgeräts NMR. Ähnlich den MRTs für den klinischen Alltag, mit deren Hilfe man biologische Strukturen im Detail auflösen kann, werden hier statt Menschen Moleküle durchleuchtet und analysiert. Die Anschaffung des über 1,6 Millionen Euro teuren Geräts empfindet er als eine Art Bestätigung seiner bisherigen erfolgreichen Forschungsarbeit, so Schinzer zufrieden mit dem Blick auf die mannshohe zylinderförmige Apparatur.

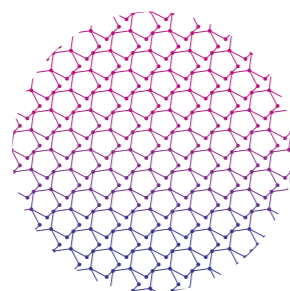


Synthesen in Drei-Hals-Kolben
Foto: Jana Dünnhaupt

So eine gelungene Synthese ist auch für den erfahrenen Chemiker Dieter Schinzer ein mühsamer Weg. Grundsätzlich bezeichnet der Begriff Synthese den Vorgang, bei dem aus einzelnen Bausteinen eine neue Verbindung beziehungsweise ein komplexer neuer Stoff entsteht, der dann nicht mehr in seine Einzelteile zerlegt werden könnte, so der Wissenschaftler.

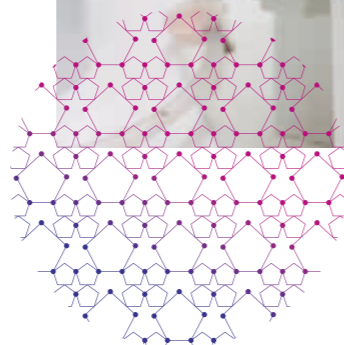
—→ „Am Beginn jedes Vorhabens versuchen wir grundsätzlich, durch eine theoretische Analyse das Zielmolekül zu definieren und in einfache Bausteine zu zerlegen“;

erklärt Professor Schinzer die Vorgehensweise bei der Synthese. „Das führt dann bis an den Punkt, an dem es um sehr simple Substanzen geht, die man oftmals sogar kaufen kann.“ Die eigentliche Herausforderung besteht dann im zweiten Schritt darin, den umgekehrten Weg zu gehen und durch strategisch clevere chemische Reaktionen im Labor aus den einzelnen Bausteinen das reale Zielmolekül zu konstruieren.



Aber auch erfolgsverwöhnte Wissenschaftler wie er hätten Taler durchschritten, wollten alles hinschmeißen. „Ja, sicher haben wir jetzt einen toten Punkt und hängen kurz vor dem erfolgreichen Abschluss der Synthese fest“ und zeigt – wieder zurück in seinem Büro – auf die spinnenartige Plastikstruktur, die wie eine stumme Mahnung auf dem Tisch liegt. „Aber gut, es gibt immer irgendwelche Auswege. Diese Moleküle sind eben auch sehr komplex, sodass sich nur ein paar Gruppen weltweit vielleicht mit so etwas beschäftigen. Darum ist die Gefahr, wenn wir festhängen, auch nicht so super hoch, dass uns jemand zuvorkommt, weil die anderen hängen dann wahrscheinlich auch fest, werden die gleichen Probleme haben“, stellt Prof. Schinzer nüchtern fest. Es komme eben drauf an, wie clever man sei, Probleme zu umschiffen. Aber das sei Teil des Forschungsgeschäfts und natürlich auch die ständige Herausforderung. „Da gibt es auch Frustration, das ist schon klar. Die Leute im Team sind extrem frustriert, weil sie sehr hart und oft rund um die Uhr arbeiten und es nicht so läuft, wie wir das auf dem Papier planen. Die Natur ist eben doch noch immer ein bisschen anders, geht ihre eigenen Wege, die wir noch nicht so gut durchschauen!“

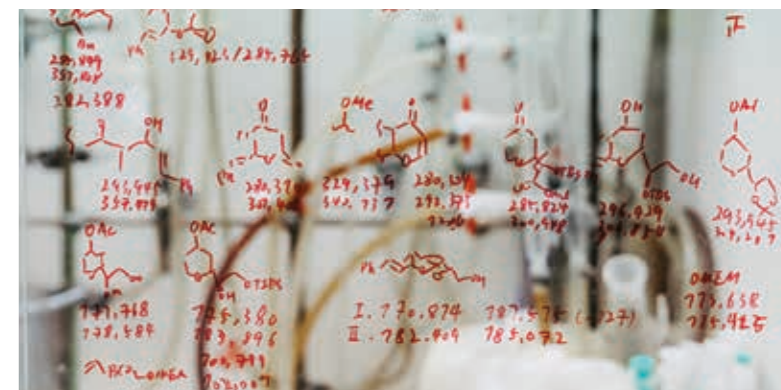
Denn bei einer Synthese gebe es am Ende immer ein Materialproblem. Schließlich würden bis zur Gewinnung des Moleküls 30 bis 40 Reaktionsstufen durchlaufen, das sei im Prinzip eine Exponentialfunktion. „Bei solchen Synthesen muss man wirklich teilweise bei den Ausgangsstoffen mit Kilos anfangen, um am Ende eine sichtbare Menge der gesuchten Moleküle zu haben. Das ist ein enormer, auch finanzieller Aufwand, Stress für alle Beteiligten. Und das muss man sehr gut planen.“ Dennoch biete die Synthese sehr oft Vorteile gegenüber einer Gewinnung aus, zum Beispiel Pflanzen, da oft nur sehr kleine Mengen, ein paar Milligramm, aus der Natur isoliert werden könnten. „Bei der Laborsynthese können oft deutlich größere Mengen erzeugt werden – wenn alles glatt verläuft. Aber auch dort gibt es oft Probleme. Eine alte Weisheit meines Mentors in Hannover – ein erfahrener Naturstoffchemiker – lautete immer: Die letzte Stufe ist stets die schwierigste!“



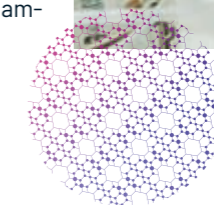
Einengen einer Lösung am Rotationsverdampfer
Foto: Jana Dünnhaupt

Auch bei der Synthese des Naturstoffs Disorazol war es so: „Wir hatten zimal diesen Bereich erreicht, wo nur noch der eigentliche Durchbruch fehlte und es ist wochenlang schiefgegangen, wochenlang“, so Dieter Schinzer und die damalige Resignation liegt noch heute in seiner Stimme. Aber dann habe es eben doch geklappt, so der Naturwissenschaftler nach einer kurzen Pause und aus dem Ärger von eben wird ein breites sie-gessichertes Lächeln. Ob er sich an diesen Moment erinnere? „Absolut, klar! Das ist immer, wie wenn man eine Champagnerflasche schüttelt und der Korken fliegt raus.“ Und das von ihm gefundene Bild ist im Team Schinzer wörtlich zu nehmen, denn „wenn ein Vorhaben gelingt, gibt es in der Regel sofort Champagner für alle!“

Denn auch in der chemischen Forschung und Verfahrenstechnik gebe es keine forschenden Einzelkämpfer mehr. Erfolge seien immer die Erfolge vieler, insbesondere an den Grenzgebieten zur Biologie und zur Medizin, gerade, wenn es um Impfstoffe oder wirksame Tumormedikamente gehe. Auf die Frage, ob mit der Komplexität von gesellschaftlich relevanten Forschungserkenntnissen auch die Verantwortung der Wissenschaft steige, hat der Chemiker eine klare Antwort: „Absolut. Also, sie wird in vielen Gebieten, ob Medizin, IT oder eben auch Chemie bzw. Pharmakologie mehr und mehr in die Verantwortung kommen. Schon, weil man überall mehr an Grenzbereiche in der Nutzung der Erkenntnisse kommt und man sich sowohl als Wissenschaftler als auch als Gesellschaft fragen muss: Sollte man das nun machen oder nicht?“



unten: Maxim Munt addiert mit Hilfe einer Dosierpumpe eine Reagenz
Fotos: Jana Dünnhaupt



Die eigentliche Motivation des Wissenschaftlers Schinzer bleibe aber, Sinnvolles für die Allgemeinheit zu stiften. „Es wird ja immer viel über Geld geredet. Klar, das gehört auch dazu. Aber meine eigentliche Motivation ist es, dass etwas Vernünftiges herauskommt, oder, auch wenn ich jetzt vielleicht etwas pathetisch klinge: Ich bemühe mich, dass wir gemeinsam und fachübergreifend neuere, wirksamere Medikamente entwickeln.“ Dazu bräuchte er auch in Zukunft den sprichwörtlich langen Atem. Forschungsprojekte könnten sich lange hinziehen, da müsse man ein geduldiger Mensch sein, so Dieter Schinzer und setzt etwas leiser nach, dass ihm das nicht immer gelinge, um es vorsichtig auszudrücken. Aber seine Geduld hat sich ausgezahlt und der Erfolg herumgesprochen:

→ Prof. Dr. Dieter Schinzer erhält 2021 die höchste Auszeichnung seiner Uni: den Forschungspreis der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.
Herzlichen Glückwunsch!



ig

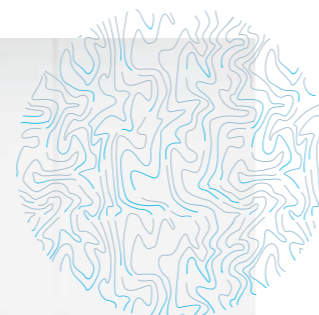
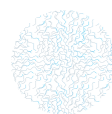
Geht da noch
etwas mehr?

Von der Entschlüsselung des Bauplans
unseres Gehirns

Friederike Süssig-Jeschor



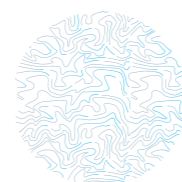
—> *Stellen Sie sich einmal vor, Sie schaffen es, in unter zehn Minuten tausende Buchseiten zu lesen und das gesamte Internet zu erfassen. Sie können sich über 500 Gegenstände in einem Raum merken oder „einfach“ die Sprache Mandarin mit all ihren Facetten lernen, in nur einer Stunde.*



Dr. Michael R. Kreutz (li.) und Prof. Dr. Emrah Düzel (re.) vor dem MR-PET-System des DZNE, das die zeitgleiche Abbildung von Funktion, Struktur und molekularer Beschaffenheit des menschlichen Gehirns erlaubt.

Foto: Hannah Theile

Zu allem ist Lucy im gleichnamigen Science-Fiction-Film mit Schauspielerin Scarlett Johansson in der Lage. Weil sie im Gegensatz zu allen anderen Menschen, selbst den klügsten auf diesem Planeten, ein Vielfaches über der normalen Gehirnkapazität nutzen kann. Eine Überdosis einer synthetischen Droge führt zu dieser Bewusstseinerweiterung von Lucy. Ihre Gehirnkapazität wächst mit jeder Stunde und mit ihr verschwindet die Grenze des bisher menschlich Möglichen.

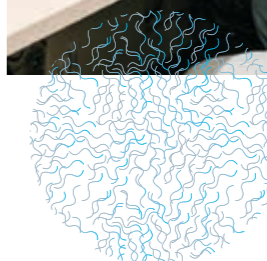


Der Film befasst sich Hollywood-like mit einer durchaus spannenden Frage: Wozu ist das menschliche Gehirn in der Lage? Und geht da noch etwas mehr? Die Antwort darauf wollen Prof. Dr. med. Emrah Düzel, Leiter des Instituts für Kognitive Neurologie und Demenzforschung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, und Dr. Michael R. Kreutz, Arbeitsgruppenleiter für Neuroplastizität am Leibniz-Institut für Neurobiologie Magdeburg (LIN), gemeinsam mit weiteren 40 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern am Standort Magdeburg im Sonderforschungsbereich SFB 1436 „Neuronale Ressourcen der Kognition“ geben – ohne Drogen und weniger actionreich, dafür aber in über 22 Projekten mit jeder Menge High-tech-Geräten und aufgrund der Beteiligung unterschiedlichster Fachrichtungen wie Biologie, Biochemie, Psychologie, Physik, Pharmakologie und Medizin interdisziplinär.

—> *„Wir wollen herausfinden, welches Potenzial das menschliche Gehirn hat und welche neurobiologischen Prinzipien uns daran hindern, die kognitiven Fähigkeiten zu erweitern bzw. voll auszuschöpfen“.*

erklärt Prof. Dr. Emrah Düzel. Im Zentrum steht dabei die Erklärung der beiden Phänomene, wie Leistungsverbesserungen unterschiedlichsten Anforderungen gerecht werden und universell eingesetzt werden können – Transfer genannt – und wann sie auf Kosten anderer Fähigkeit gehen – ein Trade-off.

Dr. Michael R. Kreutz erklärt, man könne sich das lebenslange Lernen wie den ständigen Umbau eines Hauses oder ganzer Städte anstelle von Synapsen und Neuronen vorstellen: Ständig kämen neue Häuser, neue Räume hinzu, werden neu eingerichtet oder einfach wieder abgerissen, weil sie nicht mehr gebraucht werden. „Die spannende Frage ist, welche Ursachen es dafür gibt, vorhandene Informationen entweder mit neuen zu verknüpfen oder zu überschreiben.“ Ihr Forschungsfeld also: Die Milliarden von Verbindungen im Gehirn, Synapsen genannt, die uns Menschen zu dem machen, was wir sind. Immerhin haben wir es bis dato trotz scheinbarer kognitiver Leistungsgrenzen geschafft, Megastädte zu erbauen, das Internet zu entwickeln oder in den Weltraum zu fliegen.



Im Kontrollraum des MR-PET Systems betrachten Prof. Düzel (hi.) und Dr. Kreutz (vo.) die Beschaffenheit der Hippokampusregion. Foto: Hannah Theile

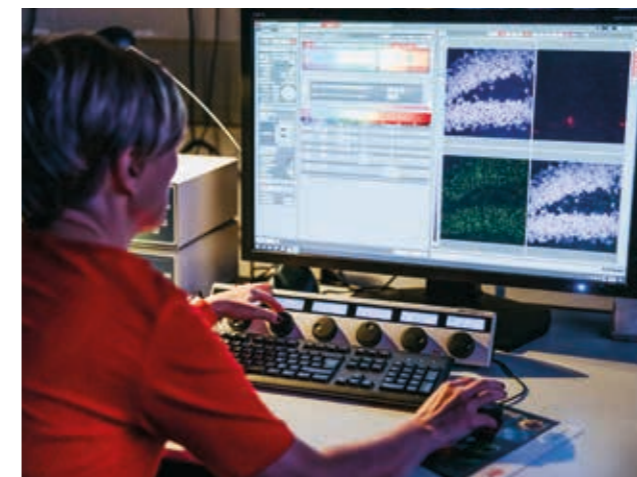
Auf zwölf Jahre ist die Forschung in diesem Bereich angelegt, 14 Millionen Euro stellt die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) dafür in der ersten Förderperiode zur Verfügung, beteiligt sind auch die Freie Universität Berlin, die Charité Universitätsmedizin Berlin und die Universitäten Düsseldorf, Heidelberg und Göttingen. Am Ende wollen die Wissenschaftler verschiedene überprüfbare Theorien zur Leistungsgrenze des menschlichen Gehirns entwickelt und Methoden zur Leistungssteigerung beschrieben haben. Es wäre nicht nur in der Wissenschaftswelt eine Sensation. Von dieser Arbeit und den zu erwartenden Ergebnissen kann die gesamte Menschheit profitieren.



→ „Das eigene Potenzial voll ausschöpfen zu können, ist wichtig für ein erfolgreiches Leben und sollte jedem möglich gemacht werden“

erklärt der molekulare Neurobiologe Dr. Michael R. Kreutz, der früher am renommierten Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Boston arbeitete und seit 1993 in Magdeburg forschet. Er blickt allerdings schon viel weiter: „Wir werden in 20, 30 Jahren ein ganz anderes Verständnis von den Prozessen und Leistungsgrenzen im Gehirn haben als jetzt.“ Prof. Dr. Emrah Düzel ergänzt mit Blick auf seine Demenzforschung, die Erkenntnisse seien auch für ein gesundes Altern wesentlich. „Die molekularen Veränderungen der Alzheimer-Erkrankung gehen einer Demenz bis zu 20 Jahre voraus. Es gibt interindividuelle Unterschiede wie Menschen kognitive Leistungsfähigkeit trotz dieser Veränderungen lange aufrechterhalten können. Die Mechanismen dieser Reserve und deren Mobilisierung wollen wir verstehen.“

Um zu überprüfaren Theorien zu gelangen, müssen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zunächst jedoch die grundlegenden Prozesse der Plastizität und Leistungsmobilisierung im Gehirn verstehen. „Wir können zwar plastische Veränderungen während eines Lernprozesses in bestimmten Gehirnregionen sichtbar machen. Die genauen Mechanismen dahinter umfassend und systematisch zu untersuchen, das gelingt uns aktuell noch nicht“, erklärt der Neurowissenschaftler Prof. Dr. Emrah Düzel. Noch nicht. Denn, wenn es Forschenden in Deutschland gelingen kann, dieses Neuland zu betreten, dann wohl den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Universität Magdeburg zusammen mit denen der außeruniversitären Einrichtungen des Leibniz-Instituts für Neurobiologie Magdeburg (LIN) und des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen e. V. (DZNE).



Auf der Suche nach dem Engramm – neue Methoden erlauben es, Gedächtnisspuren im Gehirn von Mäusen sichtbar zu machen.
Foto: Jana Dünnhaupt



Ein Synthesemodul im Forschungszyklotron der Universität Magdeburg für die Herstellung eines radioaktiven Signalmoleküls, mit dem molekulare Beschaffenheit im menschlichen Gehirn dargestellt werden kann.
Foto: Hannah Theile

Eine entscheidende Rolle spielen dabei auch leistungsstarke Hochleistungsmagnetresonanztomographen (MRT), wie das 7-Tesla-MRT und demnächst das weltweit erste 7-Tesla-Konnektom-MRT. Damit kann die innerste Architektur des Gehirns und dessen Plastizität beim Menschen mit nie dagewesener Auflösung erfasst werden. Darüber hinaus erlaubt hochauflösende Mikroskopie Einblicke in die Nanowelt von Synapsen und ein Forschungszyklotron mit einem Positronen-Emissionstomographen (PET) die Darstellung molekularer Prozesse im menschlichen Gehirn. „Die Universität in Magdeburg ist in diesen für unsere Forschung notwendigen Bereichen sehr gut aufgestellt“, sagt Prof. Dr. Emrah Düzel, der seit 2011 Standortsprecher des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen in Magdeburg ist. Der 53-Jährige befasst sich seit Jahrzehnten mit der Anatomie des Gehirns sowie mit dessen Veränderungen im Alter. Dafür entwickelte er unter anderem verschiedene Bildgebungsmethoden.

Dank der Kombination von molekularen, optogenetischen, elektrophysiologischen sowie hochauflösenden mikroskopischen Verfahren können die Wissenschaftler Gedächtnisspuren über die verschiedenen kortikalen Schichten des gesamten Gehirns verfolgen und damit als Schaltkreise visualisieren. „Unser Verständnis kognitiver Prozesse ist in den vergangenen Jahren enorm gewachsen. Wir wissen mittlerweile, dass es Elementarprozesse gibt, wo diese genau ablaufen und in welche Richtung“, erklärt Prof. Dr. Emrah Düzel, der seit 2007 auch Professor für Kognitive Neurowissenschaften am University College in London ist. Dr. Michael Kreutz ergänzt: „Wir suchen nicht mehr die Nadel im Heuhaufen. Wir sind schon viel weiter.“ Kognition steht für die Gesamtheit aller geistigen Prozesse, insbesondere der Informationsverarbeitung.

Anders als an anderen Universitäten in Deutschland stimmen die Rahmenbedingungen. Neben der neurowissenschaftlichen Expertise für Prozesse auf verschiedenen Ebenen im Gehirn – der zellulären, der synaptischen sowie der physiologischen – können die Wissenschaftler auf die notwendigen Schlüsseltechnologien zurückgreifen, die sowohl bereits für die tierexperimentelle Forschung als auch für die humanexperimentelle Forschung am Standort genutzt werden.

GUERICKE facts

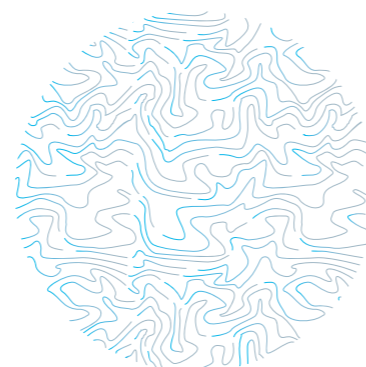
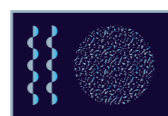
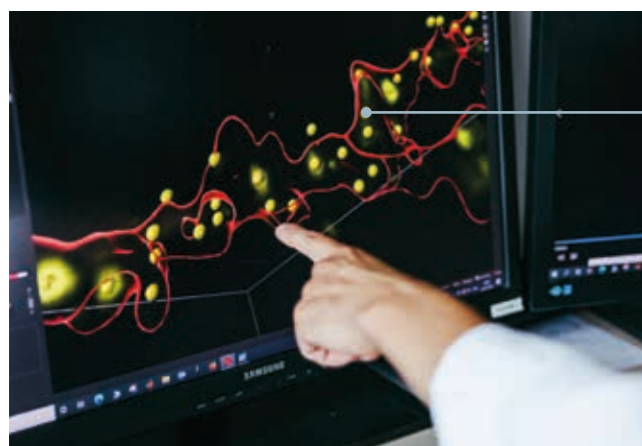
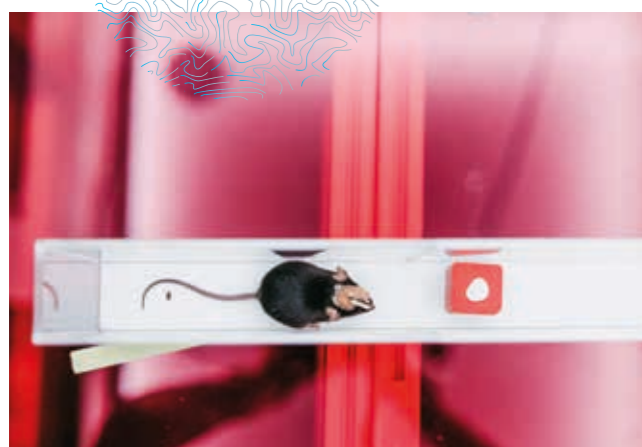
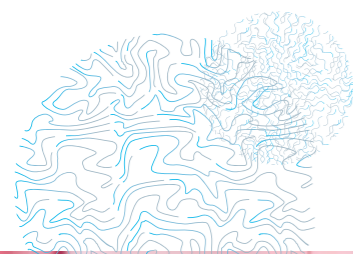
- Insgesamt messen unsere Nervenbahnen 5,8 Millionen Kilometer – damit könnte die Erde 145 Mal umspannt werden.
- Mit 270 Kilometern pro Stunde rasen Nervenimpulse zum Gehirn hin und vom Gehirn wieder weg.
- Der weltweit höchstauflöste Gehirnscan eines lebenden Menschen wurde 2017 von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen der Uni Magdeburg aufgenommen.
- Das menschliche Gehirn macht nur etwa 2 Prozent des Körpergewichts aus, ist aber für fast 20 Prozent unseres Energieverbrauchs verantwortlich.



Der Erkenntnisgewinn basiert auch auf den tierexperimentellen Arbeiten des Synapsenforschers in Magdeburg. „Mit dieser Auflösung bei bildgebenden Verfahren können wir nur bei Mäusen arbeiten“, sagt Dr. Kreuz. Dafür werden den Versuchstieren unter anderem Elektroden implantiert, über welche die Aktivität von Nervenzellen in verschiedenen Hirnregionen gemessen werden. In der Verbindung mit genetischen Methoden und molekularer Bildgebung können die Wissenschaftler sehen, welche Neurone und welche Synapsen im Gehirn aktiv sind, wenn eine Maus etwa vor einem bekannten und einem unbekanntem Bauklotz hockt oder welche Regionen aktiv sind, wenn die Tiere einen bestimmten Weg suchen müssen, um zum Futter zu gelangen.

→ Das Besondere bei den Experimenten:

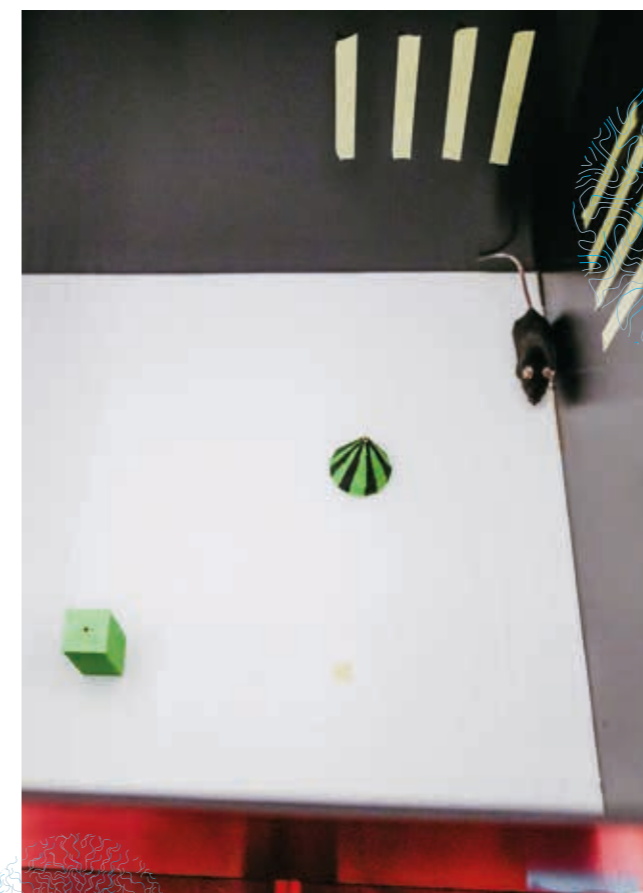
Den beiden Wissenschaftlern ist es gelungen, ablaufende Prozesse im Gehirn auf unterschiedlichen Ebenen mit Hilfe von verschiedenen Ansätzen miteinander zu verknüpfen. Dr. Michael Kreuzt spricht von einer „Verbindung zwischen synaptischer und physiologischer Engrammbildung auf mesoskopischer Ebene zu makroskopischen Prozessen“. Damit wiederum sei es möglich, die Erkenntnisse für den Menschen zu übersetzen. „Das ist sonst nicht so einfach möglich.“ Als Engramm wird eine dauernde auch strukturelle Veränderung des Gehirns nach einer Reizeinwirkung bezeichnet. „Die Gesamtheit aller Engramme stellt das Gedächtnis dar.“ Es handelt sich um einige Milliarden.



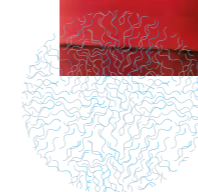
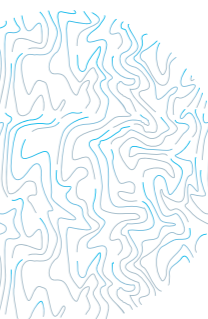
oben:
Auf der Suche nach dem Engramm – biochemische Methoden erlauben es, die molekulare Signatur von Gedächtnisprozessen aufzuschlüsseln.

unten:
Die Verknüpfung von synaptischen Verbindungen ändert sich beim Lernen und synaptische Plastizität ist eine zentrale neuronale Ressource für die kognitive Leistung. Moderne bildgebende Verfahren machen solche plastischen Veränderungen sichtbar.

Fotos: Jana Dünnhaupt



Vor allem die Verarbeitung räumlicher Informationen bei der Gedächtnisbildung ist zwischen Maus und Mensch vergleichbar.
Foto: Jana Dünnhaupt



Während der Experimente mit den Mäusen ändern die Wissenschaftler immer wieder auch die Umweltbedingungen wie Töne oder Licht sowie die physiologischen Einflüsse. Ein zentraler Untersuchungsgegenstand ist beispielsweise der Einfluss des Anti-Aging-Hormons Klotho, das vor allem in der Niere produziert wird und das massive Effekte auf die kognitiven Fähigkeiten hat. „Ohne das Hormon wird der Alterungsprozess beschleunigt. Wir versuchen zu verstehen, welche zellulären Mechanismen dafür verantwortlich sind“, erklärt der 60-Jährige. Die Wissenschaftler wollen verstehen, inwiefern die Gabe von Klotho auch die Leistungsfähigkeit verbessern kann, ob es zu einem Transfer oder zu einem Trade-off geführt hat.

Die damit verbundenen Änderungen der Plastizität des Gehirns sind wesentlich für Altersforschung, denn so können bestehende Defizite lange vor einer neurologischen Krankheit behandelt werden. Für die Diagnostik nutzen die Wissenschaftler einen speziellen Hirnscanner, ein sogenanntes MR-PET-Gerät, welches gleichzeitig molekulare und funktionelle Prozesse im Gehirn messen kann und darüber hinaus eindrucksvolle Aufnahmen des Gehirns liefert. „Wenn wir bei kognitiv gesunden Menschen bereits bestimmte Tau- und Amyloid-Ablagerungen finden, ist das ein typisches Anzeichen für eine sehr frühe Phase der Alzheimer-Erkrankung“, sagt Prof. Dr. Emrah Düzel. Dieses Phänomen soll deutschlandweit erstmals mit Unterstützung der Stadt Magdeburg im Rahmen einer großen Versuchsgruppe von Seniorinnen und Senioren der Elbestadt über Jahre und unter Anwendung verschiedener Reize – ähnlich wie bei den Mäusen – weiter untersucht werden, um zusätzliche Ansätze für eine Behandlung zu beschreiben. „Wir wollen wissen, warum es sogenannte Super-Ager gibt und wie diese es schaffen, auch mit 80 Jahren noch eine Gedächtnisleistung von 50-Jährigen zu haben und wie es Menschen gelingt, trotz Alzheimer-Veränderungen kognitiv leistungsfähig zu sein.“

Ein hohes Alter ist Lucy aus dem gleichnamigen Film übrigens nicht vergönnt, zumindest darf man nach menschlichem Ermessen den Eindruck erlangen. Denn ihre Zellen verschmelzen nach einer kurzen, aber intensiven Odyssee am Ende mit einem Computer einer Forschungseinrichtung in Paris. Während draußen Schüsse fallen, springt sie – kurz davor, 100 Prozent ihrer Gehirnleistung nutzen zu können –, durch Raum und Zeit, von der Moderne in die Kreide-Zeit vor Millionen von Jahren und wieder zurück. Kurz bevor eine Kugel ihren Kopf trifft, verschwindet ihr menschliches Antlitz. Die Frage nach ihrem Verbleib beantwortet eine Textnachricht auf einem Handy: „Ich bin überall.“



·
C

CT-Röhre wird *zum OP-Saal*

Medizintechniker senken Strahlenbelastung
im Coputertomographen

Kathrain Graubaum



→ Im alten Stadthafen von Magdeburg, in dem einst Waren und Güter umgeschlagen wurden, siedeln sich heute Forschende und Entwickelnde an, die die Welt neu denken.

Aus dem Areal des einstigen Handelshafens ist ein Umschlagplatz für Forschung, Transfer und Innovationen geworden. Professor Georg Rose schaut von seinem Bürofenster aus auf die Elbe. Der Fluss und der Physiker haben eine Gemeinsamkeit: beide bewegen Großes. Georg Rose, Inhaber des Lehrstuhls „Medizinische Telematik und Medizintechnik“ an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU), ist ein maßgeblicher „Stimulator“ für den Forschungscampus STIMULATE. Der 2013 gegründete Kooperationsverbund zwischen der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, der Siemens Healthcare GmbH, dem STIMULATE-Verein sowie vielen Akteuren auf dem Gebiet der Gesundheitswirtschaft erforscht medizintechnische Lösungen zur Behandlung sogenannter Volkskrankheiten wie Schlaganfall, Herzinfarkt und Krebs.

Vor einem Jahr bezog der Forschungscampus in einem ehemaligen Zuckerspeicher des alten Hafens sein neues Domizil. An diesem vom Land Sachsen-Anhalt prädikatierten „Zukunftsort“ werden bildgeführte minimal-invasive Diagnose- und Behandlungsmethoden in Verbindung mit neuen Produkten entwickelt, u. a. für die Onkologie und Neurologie. Partner aus Medizin, Ingenieurwissenschaften und der Wirtschaft garantieren den engen Forschungsbezug zum klinischen Alltag und fokussieren die direkte Anwendung am Patienten.



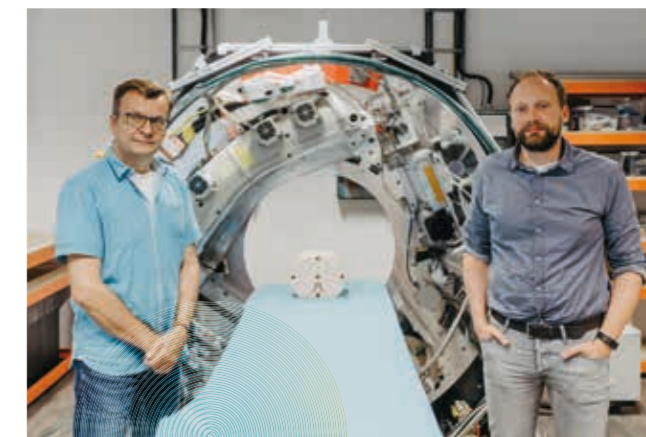
Aus dem historischen Handelshafen entwickelt sich der Wissenschaftshafen und zwischen Elbe und Otto-von-Guericke-Universität wächst ein neues Areal für Wissenschaft und Forschung, in dem auch der Forschungscampus STIMULATE ein Domizil fand.
Foto: Jana Dünnhaupt

„Operative Eingriffe ohne größere Schnitte sind schonend für den Organismus des Patienten, sie minimieren die Verweildauer im Krankenhaus wie auch die Kosten für das Gesundheitssystem“, begründet Georg Rose das große klinische Interesse, chirurgische Eingriffe zunehmend in die CT-Röhre zu verlegen. „Im weltweiten Vergleich gibt es im Forschungscampus STIMULATE eine optimale Forschungsinfrastruktur“, sagt Rose und verweist darauf, dass die interdisziplinären Arbeitsgruppen die Nase vorn haben, wenn es um die Entwicklung neuer patientenschonender und qualitativ hochwertiger Therapieverfahren geht.

„Passgenau“ ist in diesem Zusammenhang ein Attribut, das insbesondere auf den KIDs-CT zutrifft. Er soll auf die verschiedenen Anforderungen und Anwendungsszenarien in der medizinischen Therapie schnell anpassbar und flexibel einzusetzen sein. An dem Verbundprojekt zwischen der OVGU und zwei lokal ansässigen Firmen arbeiteten unter dem Dach des Forschungscampus die Lehrstühle für Medizinische Telematik und Medizintechnik, für Hardwarenahe technische Informatik und für Technische Dynamik der OVGU zusammen. Klinischer Partner ist Professor Maciej Pech, Direktor der Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin des Universitätsklinikums Magdeburg.

Jüngstes „Kind“ im Hause STIMULATE ist der Demonstrator eines KIDs-CT. Das vom Bundesforschungsministerium geförderte Projekt heißt mit langem Namen „Konfigurierbarer, Interfaceoffener, Dosisparender Computertomograph“. „Etwas sperrig“, gibt Rose zu und erklärt: „Sowohl Hardware-Module als auch Software-Programme können an diesem CT-Gerät ausgetauscht werden.“ Was ein CT, ein Computertomograph ist, sei wohl heutzutage hinlänglich bekannt, mutmaßt der Wissenschaftler. Das war vor 50 Jahren noch anders. In Deutschland gehörte der Röntgengerätehersteller Siemens zu den ersten, die in den 1970er Jahren CT-Geräte entwickelten. Für die Radiologie bedeutete die Kopplung der Röntgentechnologie mit Computern eine Revolution. Die machte es möglich, Knochen, Blutgefäße und Weichteilgewebe in Schichtaufnahmen zu visualisieren.

In den zurückliegenden 50 Jahren sind etliche CT-Generationen auf den Markt gekommen. Mit einem völlig neuen CT-Konzept – spezialisiert auf die Anforderungen der Krebsbehandlung – will STIMULATE eine nächste Ära einläuten. Wenn es um patientenschonende, qualitativ hochwertige Therapieverfahren geht, werde das Gerät einen maßgeblichen Fortschritt bringen, prognostiziert Rose. Denn längst liefere die Computertomographie nicht nur Aufnahmen zur Unterstützung fachlicher Diagnosen. Eine Therapie unter CT-Kontrolle ermögliche beispielsweise die präzise Platzierung von Kathetern oder Nadeln im Körper und reduziere das Risiko von Komplikationen. Mittlerweile würden in der CT-Röhre minimal-invasive Eingriffe durchgeführt, wie etwa die Zerstörung von Tumorzellen durch Erhitzen oder die Behandlung von Aneurysmen im Gehirn.



Prof. Dr. Georg Rose (li.) und Dr.-Ing. Thomas Hoffmann (re.)
Foto: Jana Dünnhaupt

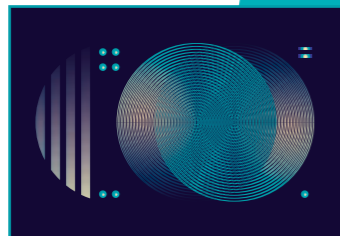
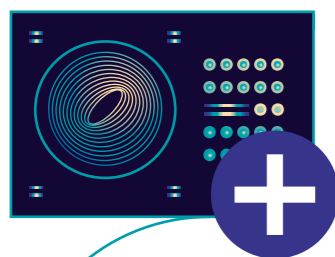
links:
Neuartige Navigationslösungen für die minimal-invasive Chirurgie werden an einem anatomischen Modell getestet.



rechts:
Um die Usability von neuen Prototypen zu testen, können im UseLab Raumaufbauten mittels 1:1-Mockups nachempfunden werden.



Fotos: Jana Dünnhaupt



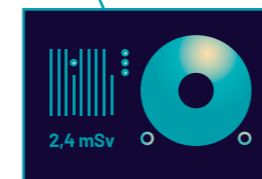
GUERICKE *facts*

Unsere natürliche Umgebung strahlt kontinuierlich – pro Jahr werden wir in Deutschland der Dosis von 2,4 Mikrosievert ausgesetzt.

Bei einer CT-Untersuchung der Lunge werden wir mit einer Dosis von ca. 1,5 Mikrosievert bestrahlt.

Während einer Flugreise von Frankfurt nach New York sind wir der gleichen Strahlendosis ausgesetzt, die für ein Röntgenbild der Lunge notwendig ist.

Ein CT verbraucht bei einer Untersuchung so viel elektrische Energie wie ca. 30 heizende Küchenöfen.



→ Wovon lebt ein Start-up, während es ein Gerät entwickelt, aber noch keinen Euro durch dessen Verkauf einnimmt?

Das KIDs-CT-Projekt wurde wegen seines enormen Innovationspotenzials vom Bund mit 4,5 Millionen Euro gefördert. In diesem Zusammenhang hebt *STIMULATE*-Sprecher Rose das „D“ im Gerätenamen hervor: Dosissparend bezieht sich auf die Reduzierung der ionisierenden Strahlung – konkret von über 40 Prozent gegenüber bisherigen Systemen. Die Minimierung der Röntgenstrahlung ist entscheidend für den Einsatz des CT-Systems im OP-Raum. Die Anforderungen an Gesundheitsvorsorge und Gefahrenminimierung den behandelnden Ärzten gegenüber müssen erfüllt werden. „Wie am OP-Tisch sind die Operateure auch am CT-Gerät die gesamte Behandlungszeit nahe am Patienten. Wobei die Ärztinnen und Ärzte auf ein Jahr berechnet nur einer bestimmten Strahlendosis ausgesetzt sein dürfen“, erklärt Georg Rose.

Explizit an diesen Entwicklungen war Dr.-Ing. Thomas Hoffmann im Rahmen seiner Promotion beteiligt. Schon als Maschinenbaustudent an der Universität Magdeburg hatte er „Ausflüge“ in die spannende Medizintechnik unternommen; war in das interdisziplinäre Team der INKAs (Intelligente Katheter – Kathetertechnologien) aufgenommen worden und schrieb auf diesem Forschungsfeld seine Diplomarbeit.

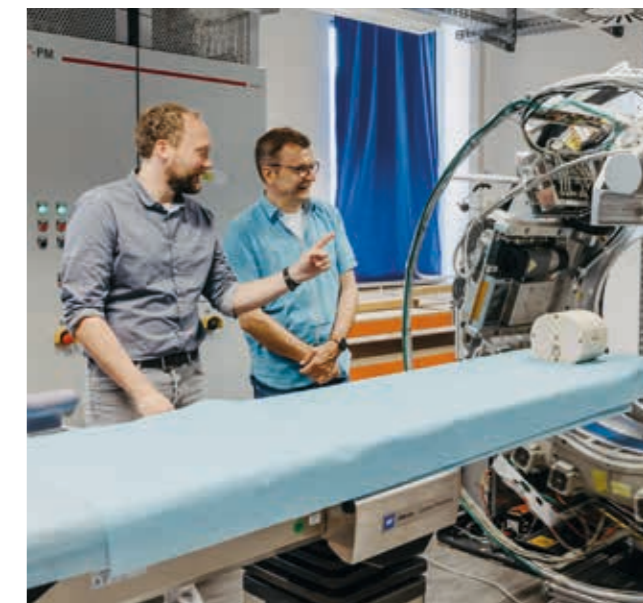
„Wir wollen aus dem CT-System jetzt einen marktreifen Prototyp entwickeln, der sich komplett auf die minimal-invasive Behandlung von Tumorerkrankungen fokussiert“, sagt Thomas Hoffmann. Mit „wir“ meint er das Team des Start-ups RAYDIAX, das sich gerade in der Gründung befindet. Physiker und Ingenieure wollen das KIDs-CT für die Arbeitsabläufe während einer minimal-invasiven Krebsbehandlung optimieren. Dazu gehört die Entwicklung spezieller Funktionalitäten zur Unterstützung von Operationen – wie etwa die Integration eines „Navigationssystems“, mit dem Operierende präzise den Tumor erreichen können. Damit die behandelnden Mediziner und Medizinerinnen mehr Bewegungsfreiheit haben, soll der Durchmesser der Röhre erweitert werden. Großes Ziel am Ende ist die Betriebssicherheit des Gerätes verbunden mit der Zulassung als medizintechnisches Produkt. „Wir wollen damit auf den europäischen, aber auch auf den amerikanischen Markt“, sagt RAYDIAX-Mitbegründer Hoffmann.

Thomas Hoffmann spricht von dem großen Glück, in den Genuss einer Bundesförderung aus dem EXIST-Programm und aus dem Europäischen Sozialfonds (ESF) zu kommen. Glück allein ist es wohl nicht. Mit Kompetenz und Expertise hatte das innovative RAYDIAX-Team die Geldgeber überzeugt. Die jungen Gründer werden von einem klinischen und technischen Beirat begleitet, der aus nationalen und internationalen Expertinnen und Experten besteht.

Zudem finden sich auch in räumlich naher Nachbarschaft im Wissenschaftshafen Best-Practice-Beispiele, die dem jungen Start-up vormachen, wie sich innovative Visionen zu wirtschaftlichem Erfolg wandeln lassen. Einen engen fachlichen Austausch gibt es mit der Firma Neoscan Solutions GmbH. Das junge Medizintechnik-Unternehmen hat einen Magnetresonanztomographen für Neugeborene und Kleinkinder bis zu zwei Jahren entwickelt und bringt ihn jetzt auf den Markt. Gerade wegen dieses Wissenstransfers hatte sich das internationale Neoscan-Team ganz bewusst in der Nähe des Forschungscampus *STIMULATE* angesiedelt.

Forschung und Wirtschaft Tür an Tür – Georg Rose und seine Mitstreiter wollen ihren „Zukunftsort“ hier an der Elbe zu einem „Forschungs- und Innovationszentrum für bildgestützte Medizin“ mit internationaler Sichtbarkeit entwickeln. Der Uni-Professor hat gemäß seiner Profession junge Menschen im Blick, die mit Mut zur Selbstständigkeit und weltverändernden Ideen nach Magdeburg kommen – oder hierbleiben, wie Thomas Hoffmann. RAYDIAX soll ein innovatives Kernunternehmen des „Forschungs- und Innovationszentrums für bildgestützte Medizin“ werden.

Die beiden Visionäre schauen auf den Fluss. Er ist wie sie in ständiger Bewegung. „Wir gründen an diesem Standort, weil wir hier attraktive Arbeits- und Lebensbedingungen schaffen wollen, damit sich viele weitere junge Fachkräfte und Start-ups für unseren Wissenschaftshafen als Umschlagplatz für Innovationen entscheiden“, sagt Thomas Hoffmann.



oben: Maik Ehses bestückt im Maker-Lab des Forschungscampus *STIMULATE* eine Leiterplatte für ein dort entwickeltes Tisch-MRT.

unten: Projektleiter des vom BMBF geförderten KIDs-CT-Projekts, Dr.-Ing. Thomas Hoffmann (li.) diskutiert mit Prof. Georg Rose (re.) über Details des entwickelten Spezial-Computertomographen (CT).

Fotos: Jana Dünnhaupt



h

Für jedes neue Problem *gibt es eine Lösung*

Wie unser Gehirn auf Veränderungen reagiert

Ina Götze

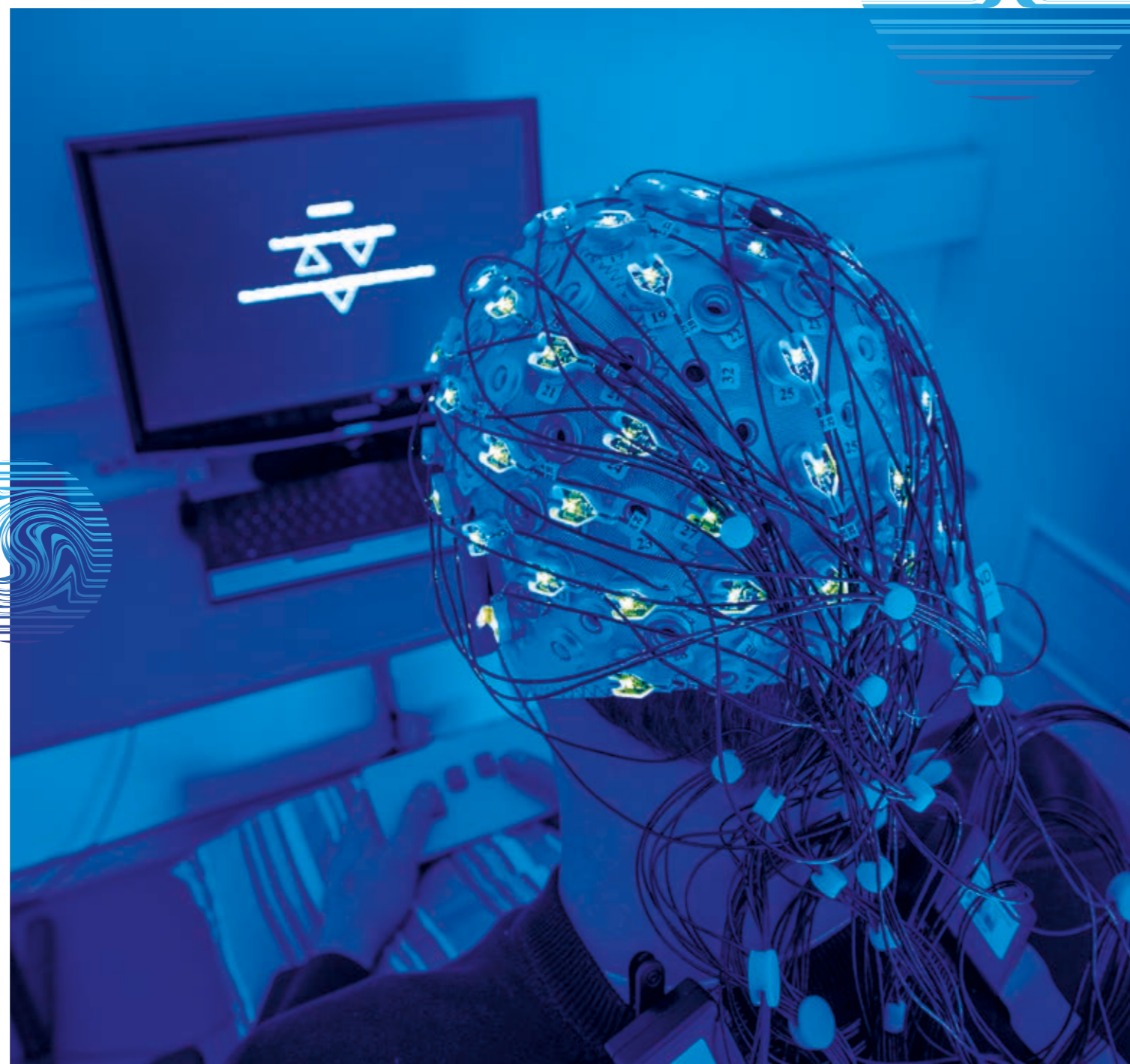


„Soll ich's wirklich machen oder lass ich's lieber sein?“

→ Eine neuralgische Frage, die sich nicht nur die Band „Fettes Brot“ 1996 in ihrem Hip-Hop-Klassiker „Jein“ stellte und auch in einem Remake 2002 nicht beantworten konnte.

Es ist vor allem eine Frage, die uns durch den Alltag begleitet. Denn Entscheidungen zu treffen, ist für uns nicht immer leicht. Oft können wir aus schier unzähligen Möglichkeiten wählen. Welche am Ende die richtige ist, wissen wir vorher natürlich nicht. Also wälzen wir die Optionen hin und her, wägen das Pro und Contra ab, überlegen, was wir eigentlich erreichen wollen und was uns das wert ist. Und während wir noch überlegen, beobachtet das Handlungsüberwachungssystem in unserem Gehirn, zu dem auch der sogenannte posteriore frontomediale Kortex gehört, das Geschehen ganz genau. Die Gehirnregion liegt von oben betrachtet ziemlich genau unter unserer Mittelscheitel an den Innenflächen der beiden Hirnhälften und meldet sich immer dann, wenn wir einen Fehler machen oder sich in unserer Umwelt etwas verändert und wir darum unsere Entscheidungen überdenken, also unser Verhalten anpassen müssen.

Während eine Versuchsperson eine Aufgabe am Computer bearbeitet werden die Hirnströme über am Kopf befestigte Elektroden gemessen.
Foto: CBBS, OVGU Magdeburg, D. Mahler



Mit mathematischen Modellen lässt sich für eine Reihe von Problemen bereits ziemlich genau die optimale Entscheidung berechnen. „Das ist aber so aufwendig, dass es biologisch unwahrscheinlich ist, dass unser Gehirn das auch kann. Vielmehr findet es Lösungen, die dem Optimum nahekommen. Und es ist erstaunlich, wie nah unser Gehirn diesem oft kommt“, erklärt Prof. Dr. med. Markus Ullsperger vom Institut für Psychologie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Wie genau unser Gehirn das macht, kann die Wissenschaft aber noch nicht ausreichend erklären. „Entscheidungen zwischen zwei Auswahloptionen sind bisher am besten erforscht. Es gibt auch viele Forschungsergebnisse zu sequentiellen Entscheidungen – also, wenn uns eine Möglichkeit begegnet und wir entscheiden müssen, ob wir sie nutzen oder auf eine bessere Option warten möchten, zum Beispiel bei der Entscheidung für eine neue Wohnung oder der Wahl unseres Partners“, erläutert Ullsperger. Diese Untersuchungen zeigen vor allem eins: dass wir uns und unsere Handlungen ständig hinterfragen. Denn, nachdem wir uns entschieden haben, überprüfen wir sofort, ob wir damit unser zuvor gestecktes Ziel erreicht haben oder ob sich in unserer Umgebung etwas verändert hat und wir darum doch anders handeln müssen bzw. können. So erkennen wir nicht nur, ob wir uns richtig oder falsch entschieden haben, wir nehmen auch bedrohliche Situationen oder Chancen wahr, die sich unerwartet auftun. Unser Handlungsüberwachungssystem – also das Netzwerk rund um den posterioren frontomedianen Kortex – bewertet daraufhin, ob wir unser Verhalten ändern und vielleicht sogar erlernte Regeln überdenken müssen. „Das kann man sich wie einen Kreislauf vorstellen: Wir haben gewisse Vorstellungen, was wir mit einer Handlung erreichen wollen. Anhand dieses Ziels wird ständig abgeglichen, ob das eintritt, was wir erwartet haben“, erklärt Prof. Ullsperger. „Die Differenz zwischen Erwartung und Ergebnis nutzen wir, um unser Handeln zu optimieren. In ähnlichen Situationen werden wir versuchen, besser zu entscheiden, um die richtige Wahl zu treffen und Fehler zu vermeiden.“ Bei einfachen Handlungen ist uns unser Gehirn sogar einen Schritt voraus – wenn wir beim Autofahren beispielsweise das Gas- statt das Bremspedal betätigen, erkennt es den Fehler, während wir diesen machen.



Ob wir am Ende unser Verhalten ändern, hängt stark davon ab, wie sehr das Ergebnis vom erwarteten Zustand, also unserem Ziel, abweicht, beziehungsweise welche Auswirkungen der Fehler hat.

Aber auch unsere Motivation, Stimmung oder psychische Störungen spielen eine Rolle. Bei einer schweren Depression zum Beispiel fühlen sich die Betroffenen hilflos und können nicht mehr adäquat auf Veränderungen der Umwelt reagieren und ihr Verhalten anpassen. Ganz anders bei Zwangsstörungen: Hier signalisiert das Gehirn nach jeder Handlung immer wieder, dass eine weitere Handlung erforderlich ist – so kann es zu Wasch- oder Kontrollzwängen kommen. Es ist ein fehlgeleitetes Signal im System, das immer wieder sagt „hier ist was nicht in Ordnung“ und dadurch Anpassungsreaktionen auslöst. Dieses Fehlersignal bleibt aber auch nach wiederholtem Händewaschen bestehen, also wird die Handlung ständig wiederholt. Untersuchungen zeigen, dass das Kontrollzentrum der Betroffenen deutlich überaktiviert ist. Bei Depressionen fallen die wissenschaftlichen Erkenntnisse hingegen sehr unterschiedlich aus, weil die Krankheit selbst so vielfältig ist; der posteriore frontomediale Kortex ist bei Betroffenen entweder über- oder unteraktiviert.



Prof. Dr. Markus Ullsperger
Foto: Jana Dünnhaupt

Diese Aktivierung kann mit sogenannten bildgebenden Verfahren sichtbar gemacht werden, zum Beispiel mit einem Magnetresonanztomographen (MRT) oder Elektroenzephalographie (EEG). „Probanden lösen dabei unter anderem einfache Reaktionszeitaufgaben: Ihnen werden auf einem Bildschirm drei Pfeile angezeigt, die in unterschiedliche Richtungen zeigen. Achten sollen sie aber nur auf den mittleren Pfeil und so schnell wie möglich entscheiden, ob dieser nach links oder rechts zeigt“, erklärt der Neuropsychologe. „Entscheiden sie sich falsch, schlägt das EEG aus und wir sehen, dass die Probanden den Fehler bemerken.“ Anders ist das bei Entscheidungs- und Lernaufgaben.

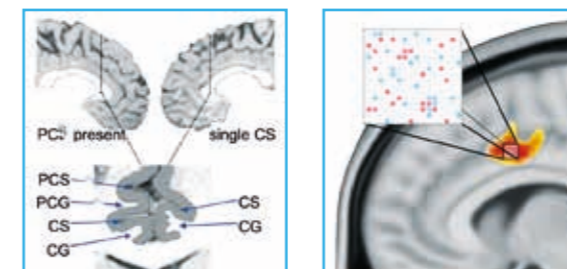


Die technische Assistentin Christina Becker legt dem Probanden eine Kappe mit Elektroden zur Messung der Hirnströme (EEG) an.

Foto: CBBS, OVGU Magdeburg, D. Mahler



Messungen und Interventionen im ERC-Projekt.
Bilder: Markus Ullsperger

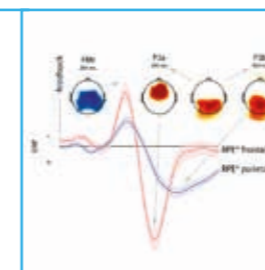


anatomische Variabilität des posterioren medial-frontalen Kortex (pmMFC)

Aktivierungsmuster im pmMFC



Modulation der Aktivität im pmMFC durch transkranielle fokussierte Ultraschallstimulation



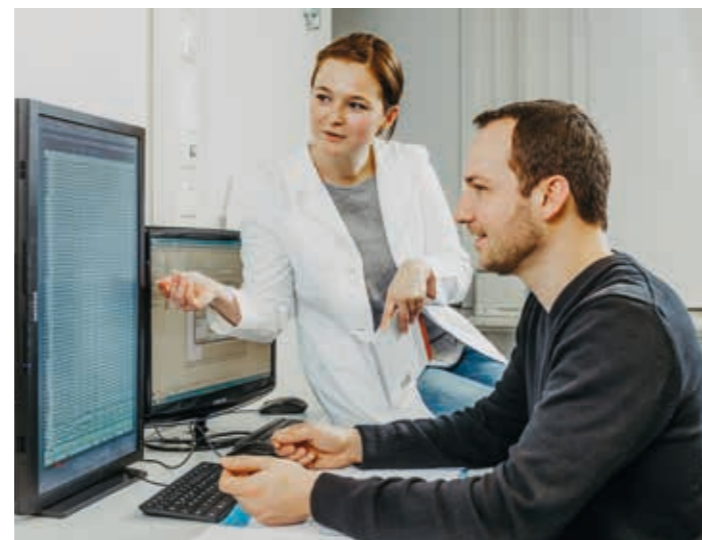
Typische EEG-Aktivität bei Handlungsüberwachung und kognitiver Kontrolle

Die Versuchspersonen müssen aus verschiedenen Symbolen wählen, mit welchem sie spielen wollen. Erst mit der Zeit lernen sie, dass es gute Symbole gibt, die in 80 Prozent der Fälle belohnt werden, also Punkte bringen; dass es aber auch neutrale und schlechte Reize gibt, bei denen die Punkte sich nicht verändern, beziehungsweise in 80 Prozent zu Punktverlust führen. Also setzen sie natürlich auf die guten Symbole. „Im Verlauf des Experiments drehen wir die Werte aber um, heißt: Die Probanden müssen umlernen und ihr Verhalten anpassen“, verrät Professor Ullsperger. „Da die Gewinnwahrscheinlichkeit nie bei 100 Prozent liegt, ist das gar nicht so einfach. Man weiß erstmal nicht, ob das einer der ‚normalen‘ Verluste ist oder sich die Spielregeln – also die Umwelt – geändert haben. Wenn die Versuchspersonen merken, dass sich die Bedingungen geändert haben, werden sie langsamer. Sie treten erstmal auf die Bremse und schauen, was denn auf einmal los ist. Das Handlungsüberwachungssystem springt also an und prüft, ob das Verhalten angepasst werden muss.“

Da das Areal recht groß ist und mit anderen Hirnstrukturen zusammenhängt, konnten die einzelnen Regionen und deren Aufgaben auch mit bildgebenden Verfahren noch nicht vollständig unterschieden werden. Klar ist, dass der posteriore frontomediale Kortex aktiv ist, wenn die Menschen Fehler machen, sie Schwierigkeiten haben, Entscheidungen zu treffen und sich unsicher sind, was richtig oder falsch ist. Dazu entsendet der Kortex entsprechende Signale an andere Hirnregionen. Wie genau, weiß man aber auch noch nicht. Doch das will Professor Ullsperger mit seinem Team herausfinden und setzt dafür auf gleich zwei neue Herangehensweisen: Die Wissenschaftler werden die anatomischen Besonderheiten der Probanden berücksichtigen und eine neue Art der Hirnstimulation einsetzen. Für die Umsetzung der Studien hat er einen mit 2,5 Millionen Euro dotierten ERC-Grant erhalten – eine der höchstdotierten Forschungsförderungen für Einzelpersonen und deren Projekte weltweit; die Golden Globes der Wissenschaft sozusagen.



Seit dem Jahr 2000 beschäftigt sich der Neurowissenschaftler mit der kognitiven Kontrolle und noch immer verwundert ihn, „dass die Aktivierungen so großflächig erscheinen und über anatomische Grenzen hinweg gehen. Dabei unterscheiden sich die Hirnregionen deutlich in ihrem anatomischen Aufbau. Man würde also erwarten, dass sie unterschiedliche Aufgaben übernehmen. Mir ist darum nicht klar, warum es bisher nicht gut gelungen ist, die Gehirnregionen genau abzugrenzen.“ Die Antwort hat er zwar noch nicht, aber erfolgsversprechende Ansätze, wie er sie mit seinem Team finden will: So werden sie über einen längeren Zeitraum mit nur sehr wenigen Versuchspersonen arbeiten, deren Gehirn anatomisch sehr ähnlich ist. In bisherigen Studien wurde die individuelle Anatomie nicht weiter berücksichtigt; im Gegenteil: Die Daten von unterschiedlichen Versuchsgruppen wurden bis dato immer zusammengefasst. „Dadurch entsteht bei den bildgebenden Verfahren nur ein großer Fleck – wir sehen also auf dem MRT-Bild eine große Region, die aktiviert ist. Der posteriore frontomediale Kortex unterscheidet sich aber von Person zu Person stark in seiner Faltung und Größe; auch die Verbindungen zu anderen Regionen sind sehr unterschiedlich“, fasst Ullsperger zusammen. Bisherige Hirnstrommessungen können zudem nur anzeigen, ob der Kortex aktiv ist. „Wir können daraus aber nicht schließen, dass diese Aktivität verantwortlich für das beobachtete Verhalten ist. Erst, wenn wir die Hirnregion in ihrer Funktion stören und feststellen, dass die Person eine Aufgabe nicht mehr so gut lösen kann, lässt sich ein direkter Zusammenhang herstellen.“

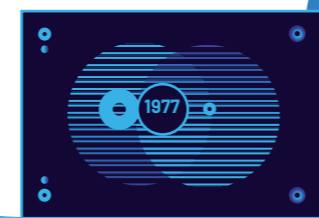
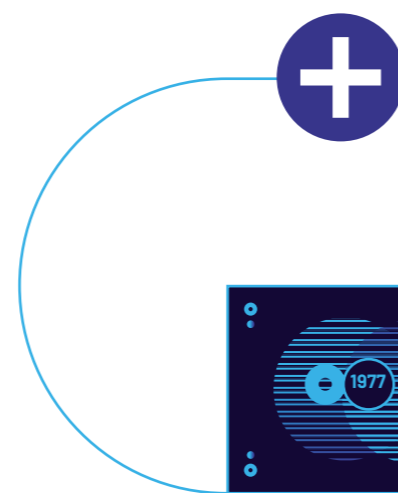


Im Kontrollraum überwachen die technische Assistentin und der Versuchsleiter die EEG-Messung aus 64 Kanälen, über die Spannungsschwankungen auf der Kopfoberfläche abgeleitet werden.
Foto: CBBS, OVGU Magdeburg, D. Mahler

Auch die Aufgaben in den einzelnen Studien unterscheiden sich stark und können daher nicht miteinander verglichen werden; die unterschiedlichen Befunde zusammenzubringen, sei daher enorm schwierig. „Diese Probleme werde ich in meiner Forschung angehen. Wir werden uns bei einer kleinen Gruppe gezielt die Anatomie und die Verbindungen des posterioren frontomedianen Kortex anschauen. Diese Versuchspersonen werden zu sehr vielen Untersuchungsterminen kommen – diese vielen Messungen nennt man ‚dense sampling‘; also besonders dichte Probenahme. Mit speziellen, statistischen Verfahren werden wir schauen, welche Teilfunktionen sich bei den Aufgaben überlappen und wie diese mit dem Handlungsüberwachungssystem zusammenhängen“, erklärt der Wissenschaftler das Vorhaben. Auch die individuelle Anatomie wird das Forschungsteam viel stärker berücksichtigen, um daraus Zusammenhänge zwischen Aktivierung und Handeln ableiten zu können. „Die generellen Muster und Funktionsweisen gelten sicher für alle Menschen. Aber unsere Genetik, also die Hirnstruktur, individuelle Erfahrungen und Lebensumstände machen uns einzigartig.“

Neben den bisherigen bildgebenden Verfahren – also MRT und EEG – werden die Wissenschaftler zudem ein neuartiges Verfahren zur Stimulation des Gehirns anwenden: die transkranielle Ultraschallstimulation. Dabei werden nicht hörbare Ultraschallwellen durch den Schädel in den Kopf gesendet, die gezielt auf die zu stimulierende Hirnregion ausgerichtet sind – bisherige Methoden können das nicht. „Die Ultraschallstimulation ist noch sehr neu und bisher nur in wenigen Laboren weltweit etabliert. Wir sind also bei der Entwicklung dieser vielversprechenden – später vielleicht klinisch anwendbaren – Methode ganz vorne mit dabei“, berichtet Ullsperger und hofft, „dass es später mal eine Methode wird, ohne Operationen neuronale Hirnstrukturen verändern zu können, um beispielsweise Patienten mit neurologischen Krankheiten zu helfen. Und wir könnten dadurch die Anpassungsprobleme bei psychischen Erkrankungen besser verstehen und therapeutische Maßnahmen ableiten.“ Dank der Förderung mit dem ERC-Grant können nun die Geräte für die neue Ultraschallstimulation angeschafft werden. Mit dem größten Teil aber werden die Personalkosten für wissenschaftliche Mitarbeiter, Doktoranden und technische Assistenten gedeckt, „denn die gesamte Infrastruktur nützt nichts, wenn sie keiner verwendet. Das Projekt ist nur in einem Team zu bewältigen, in dem möglichst verschiedene Expertisen zusammenkommen. Ohne den ERC-Grant wäre unser Projekt nicht umsetzbar.“

Bis die Forschung erste Früchte trägt, wird aber noch viel Wasser die Elbe herunterfließen, denn aus eigener Erfahrung weiß Professor Ullsperger, dass man als Forscher ein dickes Fell haben muss. „Wissenschaft ist ein langwieriges und frustrierendes Geschäft. Man muss sich lange anstrengen und oft Kritik und Rückschläge einstecken, bevor es zu Erfolgserlebnissen kommt. Das Gehirn und seine Funktionsweise haben mich schon immer fasziniert. Der Mensch kann sich offensichtlich sehr flexibel an seine Umwelt anpassen und für nahezu jedes neue Problem auch eine Lösung finden. Ich möchte die Mechanismen genau dieser Fähigkeiten verstehen.“

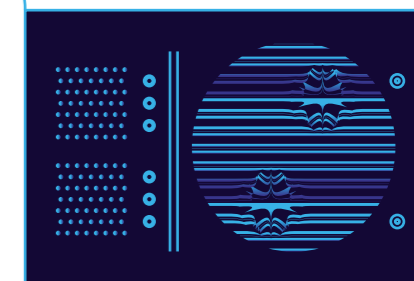
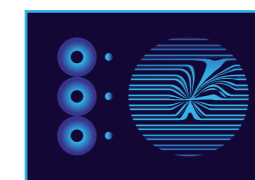


GUERICKE facts

Das menschliche Gehirn wiegt im Schnitt 1.300 Gramm – bei Frauen 1.245, bei Männern 1.375. Das Hirn eines Pottwals wiegt ca. 10.000 Gramm.

Das menschliche Gehirn besteht aus ca. 100 Milliarden Nervenzellen, die über 100 Billionen Synapsen miteinander verbunden sind.

Paul C. Lauterbur erfand die Magnetresonanztomographie als bildgebende Methode. 1977 wurde erstmals ein Thoraxbild im MRT aufgenommen.





t

Sternstunden *der Forschung*

Wie T-Zellen helfen, Corona-Viren
auszutricksen

Manuela Bock



Die Welt hat sich verändert. Seit Beginn des Jahres 2020 hat Corona die Zügel fest im Griff, beeinflusst die Gesellschaft, das Leben, die Arbeit, das Miteinander. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten seither unter Hochdruck, um Antworten auf eine der wichtigsten Fragen zu finden: Wie kann eine Infektion mit dem Coronavirus SARS-CoV-2, das die Lungenerkrankung COVID-19 auslösen kann, am besten eingedämmt werden? Eine von ihnen ist die Fachimmunologin Prof. Dr. Monika Brunner-Weinzierl. Die vergangenen Monate hat die Leiterin des Bereichs Experimentelle Pädiatrie und Neonatologie der Universitätskinderklinik der Universitätsmedizin Magdeburg wie im Zeitraffer erlebt, sagt sie, und, dass „ihr sehr schnell klar gewesen sei, dass aus ihrem Bereich wertvolle Erkenntnisse geliefert werden könnten“.



Prof. Dr. Monika Brunner-Weinzierl
Foto: Jana Dünnhaupt

—> *„Wir sind spezialisiert auf die Abwehr von unerwünschten, entarteten Zellen und hatten bei Beginn der Pandemie zufällig alle Werkzeuge fertig. Sie konnten direkt von unserer Tumorforschung auf eine Virus-Infektion übertragen werden“, so Prof. Brunner-Weinzierl.*

Die Magdeburger Immunologin forscht seit 25 Jahren an T-Zellen, die eine Schlüsselrolle bei der Abwehr gefährlicher Viren spielen. Ihr Team ist auf Immunantworten gegen Pathogene und Tumore spezialisiert – alles wichtige Grundlagen für die COVID-19-Forschung. Sie sagt: „Wir wollen immer alles verstehen. Darum ging es für uns von Anfang an – zu erfahren, wie es dieses Virus schafft, unser Immunsystem auszutricksen, damit wir ihm wiederum helfen können, das Virus auszutricksen.“

Unterteilt hat die Wissenschaftlerin dieses Vorhaben im Sommer 2020 in zwei Forschungsprojekte, die fließend ineinander übergehen: Eins dreht sich um die Entwicklung einer Impfung für unterschiedliche Zielgruppen, das andere um zellbasierte Therapie. „Es war überwältigend“, sagt sie. „Wir sind von Beginn an überall auf offene Türen gestoßen, haben Förderungen vom Land und vom Bund erhalten. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen aus aller Welt haben mit uns neue Strategien diskutiert.“ Seit dem Projektstart arbeite sie interdisziplinär „mit der halben Universität zusammen“, sagt Prof. Brunner-Weinzierl. „Wir haben hier eine ideale Zusammensetzung verschiedener Fachgebiete, die wir voll ausschöpfen können. Das ist ein wichtiger Standortvorteil, durch den alles sehr schnell konkret wurde.“



oben:
Prof. Monika Brunner-Weinzierl analysiert virus-spezifische T-Zellen von gesunden COVID-19-Patienten und von mRNA-geimpften Personen.

unten:
T-Zellen aus dem Blut von COVID-19-Patienten werden auf magnetische Säulen pipettiert und durch ihre Markierung mit Metall-Kügelchen im magnetischen Feld festgehalten.

Fotos: Jana Dünnhaupt

In einer groß angelegten Studie analysierten sie und ihr Team die Immunreaktion der T-Zellen, die zentrale Schaltstelle im Körper, die darüber entscheidet, wie eine Immunabwehr verläuft. Abgesehen hatten es die Forschenden dabei vor allem auf jene Corona-Infizierte, die keine Symptome zeigen. Im Blut der sogenannten „Super-Controller“, wie sie aus der Aidsforschung bekannt sind, stecken die Antworten darauf, wie ein kleiner Teil der T-Zellen SARS-CoV-2 identifizieren und abwehren kann. Ebenfalls wichtig waren die Fragen: Wie die T-Zellen die Krankheit in ihrem Gedächtnis abspeichern – und warum nicht alle Infizierten Symptome zeigen. Für solche Forschungen wurde in Magdeburg eine weltweit neuartige Laborstimulation entwickelt, mit der sich kleinste Zellreaktionen erkennen lassen. Vereinfacht beschrieben, werden den T-Zellen Teile des SARS-Virus angeboten, damit sie es bekämpfen. „So erfahren wir, ob sie virusinfizierte Zellen abtöten wollten und Antikörperproduktion in B-Zellen auslösen, die das Virus neutralisieren, und wie sie das alles machen“, so Prof. Brunner-Weinzierl. „Wir haben viel über das Virus und unser Immunsystem gelernt.“

—> Im Labor der Universitätsklinik zeigten die Analysen, dass es unterschiedliche Gruppen von Genesenen gibt:

Menschen, die hohe Titer an neutralisierenden Antikörpern – also sehr viele davon – haben und zudem T-Zellen gegen das Virus. Und Menschen, die zwar keine Antikörper, aber trotzdem eine starke Virus-Abwehr durch T-Zellen besitzen. „Das machte uns klar, dass die T-Zellen tatsächlich als Basis für eine zielgenaue Impfung dienen“, sagt die Wissenschaftlerin. Das Ziel dabei ist, T-Zellen zu trainieren, damit sich Patientinnen und Patienten mit einer optimalen Immunantwort selbst heilen können, indem die T-Zellen die virusinfizierten Zellen im Körper aufspüren und beseitigen. Das sei eine sehr effektive Möglichkeit, das Virus abzuwehren, erklärt Prof. Brunner-Weinzierl. „Das Virus lebt nicht, es braucht unsere Zellen, um sich zu vermehren.“ Mit dieser Basis könnten nun in absehbarer Zeit, therapeutische Impfungen entwickelt werden, mit denen vor allem Risiko-Patientinnen und -Patienten geholfen würde. Möglich sei nun auch, so die Forscherin, für Diabetikerinnen und Diabetiker leichter ein „Gedächtnis“ anzulegen oder Biomarker für den Krankheitsverlauf zur Diagnostik von Subtypen der Krankheit zu entwickeln.



→ Sie und das Team bauten bei den Forschungen auf ihre Entwicklungen einer therapeutischen Impfung zur Krebstherapie auf.

Und die Wissenschaftlerin brachte noch weitere wichtige Expertisen ein. So hat sie ihre Promotion an der Seite von Avri- on Mitchison erworben – dem britischen Vordenker für das Verständnis von immunologischen Reaktionen bei Infektio- nen, Allergien und Autoimmunerkrankungen. Bei ihm forschte die Wissenschaftlerin vor Jahren an der Differenzierung von T-Zellen. Bei ihren Forschungen mit dem amerikanischen Im- munologen und Medizin-Nobelpreisträger James Allison 1995 bis 1997 an der University of California in Berkeley wurde be- kannt, dass sich T-Zellen selbst aktiv abschalten. Sie sagt: „Weil dieser Mechanismus seitdem immer weiter aufgeklärt wurde, wussten wir, wie man die T-Zellen anschalten kann – vor allem gegen das Virus.“



„Auch, wenn mal eine Methode nicht funktioniert hat, war ich mir immer sicher, dass unsere Ergebnisse bedeutend sind“, sagt Prof. Monika Brunner-Weinzierl.

„Letztlich geht es in der Wissenschaft stets darum, nach neuen Wegen zu suchen.“ Zur Belohnung gibt es die „Sternstunden der Forschungsarbeit“ – so wie die kurz vor dem Start der beiden Forschungsprojekte, als sie und ihr Team ein für T-Zellen unbekanntes Molekül entdeckten, das als Rezeptor auf der T-Zelle „sitzt“. „Das war ein erhebendes Gefühl“, sagt sie, „uns war bewusst, dass wir jetzt etwas wissen, was noch niemand anderer weiß“. Lange Zeit zum Genießen blieb allerdings nicht. Der Rezeptor war der Schlüssel dafür, die T-Zellen zu programmieren, und den wollten alle schnell nutzen.

Ein Ende der COVID-Forschung in Magdeburg ist nicht in Sicht. Schon jetzt arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wis- senschaftler an Folge-Projekten, die sich unter anderem mit Long-COVID – den Langzeitfolgen von COVID-19 – beschäftigen oder mit der Darlegung, wie Impfungen im Detail auf das Im- munsystem wirken. Denken und handeln wolle sie dabei wei- terhin über Länder- und Fachgrenzen hinweg. „Wissen“, sagt Prof. Brunner-Weinzierl, „ist längst nicht mehr national be- grenzt. In der weltweiten Zusammenarbeit liegt ein riesiger Mehrwert.“ Aktuell hat die Magdeburger Immunologin ein Kon- sortium initiiert mit Akteurinnen und Akteuren aus Frankreich, Belgien und Kanada. Für die aktuellen COVID-Forschungen hatten sich sie und ihr Team unter anderem mit Protein-Chemikern zusammengetan, um herauszufinden, welche Virusbe- reiche am effektivsten von den T-Zellen erkannt werden. Neu gedacht und damit eine „Premiere“ war zudem der Einsatz von „Curebodies“, die so gestaltet sind, dass sie ausschließlich T-Zellen expandieren, die dann einfach das Virus eliminieren und sich dann in den Gedächtnispool der Zellen zurückziehen, um jederzeit wieder loszuschlagen.

Das Interesse an solchen Ergebnissen aus Magdeburg ist groß. Aus vielen Richtungen kommen Anfragen für eine Zusammen- arbeit und Prof. Monika Brunner-Weinzierl ist sehr daran inter- essiert. Sie ist auch überzeugt davon, dass die neuesten Ergebnisse in die Anwendung gelangen. „Genau darum bin ich eine begeisterte Forscherin“, sagt sie. Als solche hat sie viele Visionen – zurzeit sind diese vor allem verknüpft mit COVID- Forschungen: Die Erklärung für die altersabhängige Immun- antwort zu finden, gehört dazu. Das „Konzept“ des Immunsys- tems von Anfang bis Ende zu verstehen ebenfalls. Die ersten Schritte sind gemacht: Die Forscherin und ihr Team analysie- ren das Immunsystem verschiedener Altersstufen und beschäf- tigen sich mit der Frage, warum ein beanspruchtes Immunsys- tem schlechter auf Viren reagiert als ein „normal beschäftig- tes“. Sie sagt: „Wir haben noch viel zu tun.“



oben:
Virus-spezifische T-Zellen werden in sterilen Kartuschen für ihre automatisierte Anreicherung vorbereitet.

unten:
Prof. Monika Brunner-Weinzierl startet eine automatisierte Zellanreicherung nachdem fluo- reszenz-markierte T-Zellen von gesunden COVID-19-Probanden identifiziert und eingestellt wurden.

Fotos: Jana Dünnhaupt



k

Was ich sehe,
will ich auch

Was entscheidet unser Kaufverhalten,
wenn Erfahrungswerte fehlen

Julia Heundorf



→ Wir gucken bei unseren Nachbarn ab. *Wortwörtlich.*

Das ist eine zentrale Erkenntnis der Forschung des Wirtschaftswissenschaftlers Prof. Dr. Sven Müller von der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Gemeinsam mit einem Kollegen der TU Darmstadt prüfte er, welche Faktoren Menschen dazu bewegen, sich Photovoltaik-Anlagen aufs eigene Haus zu holen – insbesondere den „peer“-Faktor mit der Fragestellung: Installiert jemand eher eine Solaranlage auf dem Dach, wenn sein Nachbar auch eine hat?

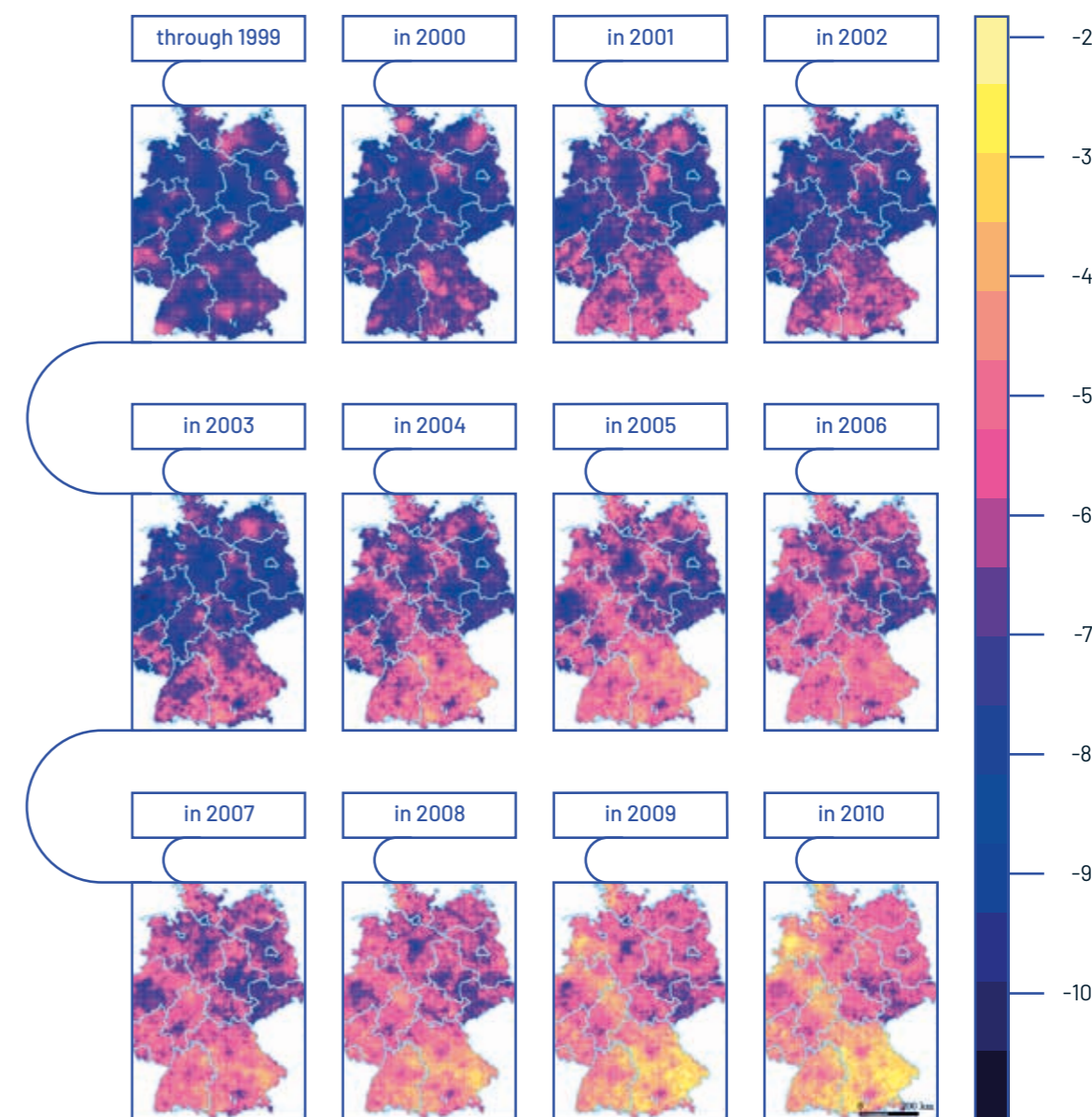
Sven Müller hat mit dieser Studie widerlegt, was frühere Studien nahelegten: Ein genereller „peer“-Effekt spielt gar keine so große Rolle. Und er hat herausgefunden, was tatsächlich wichtig ist: die Sichtbarkeit. Die Wahrscheinlichkeit, dass jemand eine Solaranlage installiert ist achtmal höher, wenn jemand die Photovoltaik-Anlagen der Nachbarinnen und Nachbarn sehen kann, als wenn sie nicht sichtbar sind.

Vermutet hatten die Wirtschaftswissenschaftler, dass Bewohnerinnen oder Bewohner einer Nachbarschaft sich als „peers“ in der Kaufentscheidung beeinflussen. Sie könnten etwa Unsicherheiten ausräumen: Wer einmal eine Photovoltaik-Anlage gekauft und installiert hat, kann anderen mit Erfahrungswerten helfen. Die Familie im Haus nebenan kann sich dann über Kosten, Nutzen und die Zufriedenheit informieren und die Kaufentscheidung fällt leichter – der „peer“-Effekt schlägt zu, so die Annahme und auch das Ergebnis früherer Studien von Kollegen und Kolleginnen.

Dass dieser Effekt gar nicht so ausgeprägt ist und dass man nicht grundsätzlich vom „peer“-Effekt sprechen kann, war für den Professor eine Überraschung. Über die Erfahrung, bestehende Annahmen zu widerlegen, sagt er: „Der erste Impuls ist dann immer: ‚Oh, da hast du was falsch gemacht.‘“ Denn Kolleginnen und Kollegen hatten ja bereits zu dem Thema geforscht und nachvollziehbare Ergebnisse veröffentlicht.



Prof. Dr. Sven Müller
Foto: Jana Dünnhaupt



→ **Daten aus Laserscanner-Aufnahmen** zeigen auch, dass in Teilen von Deutschland deutlich mehr Photovoltaik-Anlagen stehen – vor allem im Süden – als in anderen Regionen. Müller und sein Kollege und Ko-Autor Johannes Rode haben ihre Untersuchungen mit Luftaufnahmen aus Baden-Württemberg durchgeführt. Sie gehen zwar davon aus, dass sich unterschiedliche Effekte überlagern, die dazu führen, dass in bestimmten Regionen mehr Anlagen stehen. Aber sie wollten konkret herausfinden, wie stark der „peer“-Effekt ist.

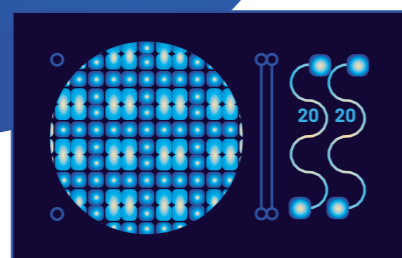
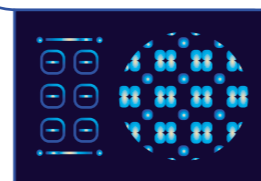


GUERICKE *facts*

Der größte Solarpark in Deutschland steht mit 465.000 Solarmodulen auf gut 2 Quadratkilometern in Weesow bei Berlin und ist seit November 2020 am Netz.

20 Prozent des Stroms aus Erneuerbaren Energien wurde 2020 in Deutschland mithilfe von Photovoltaikanlagen erzeugt.

Das Wort Photovoltaik setzt sich aus dem griechischen Wort für „des Lichtes“ (photos) und der elektrischen Einheit Volt zusammen.



Diesen Einfluss aufeinander zu quantifizieren, ist nicht einfach, aber es gibt natürlich Möglichkeiten. Die Forscher arbeiteten unter anderem mit dem Wert der „installed base“. Er beschreibt die bereits eingerichteten Anlagen und kann helfen, Prognosen zu erstellen und Entwicklungen vorauszusehen.

Prof. Müller beschreibt diesen Wert zudem so: „Wenn nur ich ein Telefon habe, kann ich noch keinen anrufen. Je höher die ‚installed base‘, desto höher ist der Nutzwert.“ Bei den Photovoltaik-Anlagen spielt bei der „installed base“ die Sichtbarkeit eine Rolle – je mehr Menschen eine Anlage installieren, desto sichtbarer wird die Technologie, zumindest für die Menschen, die im Sichtfeld wohnen.

Zwei Probleme gab es bei den Untersuchungen: Einerseits fehlten den Wissenschaftlern Daten, etwa zum Einkommen der Bewohnerinnen und Bewohner, zur ökologischen Einstellung oder Innovationsfreudigkeit. Die könne man aber im Mittel herausfiltern, weil ähnliche Haushalte sich in ähnlichen Nachbarschaften ansiedeln. Außerdem könnten Dinge den „peer“-Effekt überlagern, etwa, ob das Haus für eine Photovoltaik-Anlage auf dem Dach geeignet ist oder nicht. Hier helfen die Laserscanner-Daten, die ein detailliertes Bild hinsichtlich Dachneigung und -ausrichtung ergeben.

All diese Faktoren einberechnet hat Sven Müller festgestellt: Einen generellen „peer“-Effekt auf die Entscheidung, ob sich jemand eine Photovoltaik-Anlage installieren lässt oder nicht, lässt sich nicht feststellen. Aber es ist vor allem ein „peer“-Effekt, der auf Sichtbarkeit beruht und begünstigt, dass jemand sich für eine Photovoltaik-Anlage entscheidet.

→ „I spot, I adopt“,

heißt das wissenschaftliche Papier, das Sven Müller und Johannes Rode zu diesem Forschungsprojekt veröffentlicht haben. Auf Deutsch etwa: „Ich sehe es, ich schaffe es auch an!“ Wo sichtbar neue Produkte genutzt werden, besteht das Potenzial, das sich diese Produkte verbreiten, so die Forscher. Deshalb sollte der Vertrieb in einem Unternehmen zusehen, dass sie ihre Produkte über Nutzerinnen und Nutzer sichtbar machen, von denen sich andere das Produkt „abgucken“, zum Beispiel über auffällige Designs.

„Unsere Ergebnisse sind etwa fürs Marketing interessant“, so Professor Sven Müller. „Die nachweislich effiziente Sichtbarkeit erlaubt es, dass man soziale Interaktion im Marketing voll ausschöpft.“ So könnten Verkaufszahlen gesteigert werden und neue Technologien, wie Photovoltaik-Anlagen auf Privathäusern, verbreitet werden.

Müllers Arbeits- und Forschungsschwerpunkt ist das Operations Management. Operations Management, sagt er, sei der Bereich des Managements, der sich mit der Gestaltung und Kontrolle des Produktionsprozesses und von Geschäftsabläufen bei der Herstellung von Waren oder Dienstleistungen befasst.

Gute Planung ist auch da das Stichwort – zum Beispiel bei Fahrplänen. Wenige Züge müssen eingesetzt werden, um wirtschaftlich zu handeln, aber Fahrgäste müssen trotzdem regelmäßig transportiert werden und möglichst wenige und kurze Wartezeiten erleben. Gleichzeitig müssen die Züge auf den Schienen und die Schichten des Personals gut koordinierbar sein – ein Fall fürs Operations Management. Auch Standortplanung, Filialplanung oder Nachfrageprognosen und Preismanagement sind Beispiele für Sven Müllers Arbeitsfeld.



Foto: © Goldsithney

Um herauszufinden, wie sehr „peers“ die Entscheidung für eine Photovoltaikanlage auf dem eigenen Dach beeinflussen, hat Müller innerhalb der Wirtschaftswissenschaft Experten aus unterschiedlichen Disziplinen versammelt. Das gemeinsame Ziel lautete: Eine effiziente Entscheidung treffen. „Es war eine gute Chance, wirklich nachzuvollziehen, wie die Kolleginnen und Kollegen arbeiten“, so der Ökonom. Oft gebe es Silo-Denken. Man tausche sich aus, bleibe aber im eigenen Bereich. Bei diesem Projekt sei aber eine Brücke geschlagen worden.

Die Erkenntnisse dieser Studie von Müller und Rode lassen sich auch auf andere Bereiche übertragen: Als Beispiele nannte er neuartige Lebensmittel oder elektrische Fahrzeuge. Zwischen Photovoltaik-Anlagen und Elektrofahrzeugen gebe es etwa diese Parallelen: Bei den potenziellen Nutzerinnen und Nutzern herrscht noch eine gewisse Unsicherheit, eben weil die Technologie ja vergleichsweise neu ist. Es fehlen Erfahrungswerte. Wie viel Strombudget kann durch das neue Produkt eingespart werden? Wann rentiert sich die Anschaffung? Wann wird Instandsetzung notwendig? Bei diesen Fragen könnten sichtbare „peers“ zur Kaufentscheidung beitragen.



b

Bildungsforschung *im Lockdown*

Digitalisierungsprozesse in der Aus- und
Weiterbildung in Gesundheits- und Pflegeberufen

Ines Perl



Wie sieht idealerweise ein ganz normaler Ausbildungstag für unser Pflegepersonal in der Pflegeschule aus?

—> Die Antwort fällt Prof. Dr. Astrid Seltrecht leicht:

Die Auszubildenden haben sich selbstständig vor der Unterrichtsstunde auf der Lernplattform ihrer Ausbildungseinrichtung über einen fiktiven Patienten und seinen derzeitigen Gesundheitszustand informiert, haben Einsicht genommen in die digitale Pflegedokumentation, so wie sie in den Krankenhäusern vorkommt. Sie haben auf der Basis dieses Falles Arbeitsaufgaben zur Pflegeprozessplanung gelöst und hierbei auch gleich ihre Kompetenzen in der Nutzung einer digitalen Patientenakte weiterentwickelt. Ihre Ergebnisse stellen sie in einem Blog zur Diskussion. Hierfür stehen ihnen ein Laptop oder ein Tablet ihrer Praxiseinrichtung zur Verfügung. Im anschließenden Unterricht wird dann eine Fallkonferenz durchgeführt, in deren Mittelpunkt der Pflegeempfänger steht.

Soweit die Theorie, meint die Inhaberin der Professur Fachdidaktik Gesundheits- und Pflegewissenschaften an der Fakultät für Humanwissenschaften der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. „Aber, ganz so weit sind wir dann doch noch nicht in unseren berufsbildenden Schulen. Wir haben, was den Einsatz digitaler Medien in der Aus- und Weiterbildung angeht, oftmals erst die Kinderschuhe angezogen, aber es entwickelt sich.“ Doch auf die Implementierung, also die Einführung, und die Nutzung digitaler Technologien im Arbeitsalltag müssen künftige Gesundheits- und Pflegefachkräfte genau jetzt vorbereitet werden, sowohl während ihrer Ausbildung als auch anschließend im Berufsleben durch Fort- und Weiterbildungen. Dafür braucht es wiederum entsprechend ausgebildete Lehrkräfte an den berufsbildenden Schulen.

Doch inwieweit verfügen Lehrkräfte im Gesundheits- und Pflegebereich bereits über digitale Medienkompetenzen? In welchem Umfang müssen digitale Anwendungen im Unterricht für angehende Pflegekräfte in der universitären Lehre curricular verankert sein? Welche Faktoren begünstigen oder hemmen diese Lehr-Lern-Prozesse? Wie gelingt die digitale Transformation in der Ausbildung künftiger Lehrkräfte? Antworten auf diese Fragen sucht ein interdisziplinär aufgestelltes Team von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg im Verbundprojekt „Digital Medical Care – Digitalisierungsprozesse in der Aus- und Weiterbildung im Gesundheits- und Pflegewesen“, kurz DiMediCa. Gefördert wird das Forschungsvorhaben vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.



Foto: Jana Dünnhaupt



Prof. Dr. Astrid Seltrecht
Foto: Jana Dünnhaupt

„Unser Ziel ist es, multiperspektivisch zu betrachten, unter welchen Bedingungen sich digitale Medien überhaupt in die Aus- und Weiterbildung implementieren lassen und in welcher Art und Weise sie genutzt werden“, erläutert Professorin Seltrecht.

—> **Multiperspektivisch heißt,**

drei Teilprojekte nähern sich dem Thema sowohl aus struktureller als auch aus individueller Perspektive: Prof. Dr. Frank Bünning und sein Team vom Bereich für Berufs- und Betriebspädagogik aus kulturwissenschaftlicher Sichtweise, Prof. Dr. Astrid Seltrecht und ihr Team aus sozialwissenschaftlicher Sichtweise und Prof. Dr. Michael Herzog von der Hochschule Magdeburg-Stendal aus gendersensibler Perspektive. „Am Ende wird es konkrete Handlungsempfehlungen und Kriterien für die erfolgreiche Einführung und Nutzung digitaler Anwendungen im Unterricht an berufsbildenden Schulen, im Studium sowie in der Weiterbildung für Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen geben“, fasst Verbundkoordinator Professor Bünning zusammen. Diese Leitlinien bringen die drei Projektteams gerade zu Papier, eine Veröffentlichung ist für die Mitte kommenden Jahres geplant.

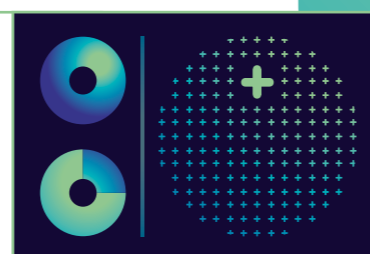
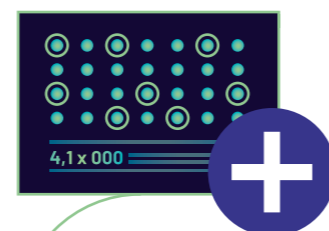


Pflegekräfte wie hier am Universitätsklinikum Magdeburg müssen in Aus- und Weiterbildung auf den Einsatz von digitalen Medien im Arbeitsalltag vorbereitet werden.

Foto: Sarah Rinka

→ „Für uns ist DiMediCa besonders interessant“,

beschreibt Astrid Seltrecht, „weil das Projekt seit 2018 läuft und uns Corona mitten in den Erhebungszeitraum platzte. Aufgrund der Pandemie war es uns plötzlich möglich, die Implementierung digitaler Medien in der Aus- und Weiterbildung in Gesundheits- und Pflegeberufen nicht nur ganz allgemein zu untersuchen, sondern theoretisch und forschungsmethodisch gut vorbereitet jetzt zeithistorisch zu analysieren, wie sich Lehrkräfte, aber auch Auszubildende coronabedingt mit für sie neuen Formen digitaler Lehr- und Lernprozesse auseinandersetzen mussten. Für berufsbildende Schulen gab es durch die Umstellung von Präsenz- auf Online-Unterricht die Chance auf einen Digitalisierungsschub.“ Doch die Pandemie erschwerte natürlich auch die Arbeit der Forschenden. Für Professorin Seltrecht, die selbst immer „ins Feld geht“, sprich selbst Befragungen durchführt, um mit den Praktikerinnen und Praktikern ins Gespräch zu kommen, war das so wichtige Forschungsinstrument des qualitativen Interviews nicht mehr wie gewohnt nutzbar. Treffen von Angesicht zu Angesicht waren im Lockdown nicht möglich. Sie und ihr Team mussten auf digitale Tools umsteigen und auf technische Ausstattung und gute Internetverbindung beim jeweiligen Interviewpartner hoffen. Die guten Kontakte zu den Kooperations- und Praxispartnern jedoch waren belastbar und halfen, viele Interviews doch noch zu führen, Daten zu erheben, Statistiken zu ergänzen.



GUERICKE *facts*

Allein in Deutschland gibt es laut aktuellen Berechnungen des Statistischen Bundesamtes rund 4,1 Millionen pflegebedürftige Menschen (Stand 2019).

Der Bundestag hat Anfang Mai 2021 das „Gesetz zur digitalen Modernisierung von Versorgung und Pflege (DVPMG)“ beschlossen.

Seit Wintersemester 2012/2013 werden an der OVGU Lehrkräfte für die Gesundheits- und Pflegeberufe ausgebildet. 82 ausgebildete Lehrkräfte haben seitdem erfolgreich ihr Studium abgeschlossen.

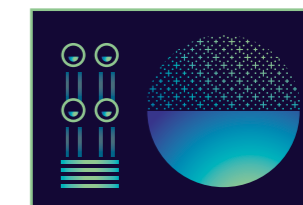


Foto: Stefan Berger

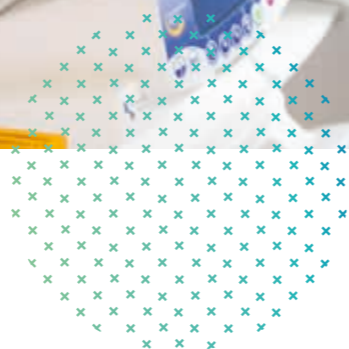
Sie hatte bei ihren Befragungen der Auszubildenden und Lehrkräfte unter anderem die sogenannte Selbstwirksamkeitserwartung, bezogen auf Computer, im Blick. Sie wollte herausfinden, wie viel sich ihre Gesprächspartnerinnen und -partner am Computer zutrauen. Diese Selbstwirksamkeit sei ein wichtiger Indikator dafür, inwieweit digitale Kompetenzen ausgebildet seien, erläutert Seltrecht. Je größer das Zutrauen bei den angehenden Gesundheits- und Pflegefachkräften ist, beispielsweise im Unterricht Neues am Computer auszuprobieren, Apps zu installieren, Sicherheitseinstellungen zu überprüfen, eigene Daten zu schützen, desto leichter wird es ihnen später fallen, digitale Technologien im Klinik- und Pflegealltag zu nutzen, verantwortungsbewusst mit Patientendaten umzugehen, modernste Geräte zu bedienen. Dieser direkte Zusammenhang zwischen dem Sich-etwas-Zutrauen im beruflichen Alltag und der Nutzung digitaler Medien im Unterricht sei den Lehrkräften oft noch nicht bewusst, kritisiert die Wissenschaftlerin. „Wir müssen sie stärker dafür sensibilisieren, welche Vorteile gutes E-Learning für die Ausbildung beruflicher Handlungskompetenz bringt. Denn der Einsatz digitaler Medien im Unterricht bedeutet nicht nur eine Verlagerung von Lehr-Lern-Prozessen von der grünen Tafel aufs Tablet oder vom Klassenraum an den heimischen Schreibtisch, sondern muss als Chance begriffen werden, die computerbezogene Selbstwirksamkeit zu steigern und entscheidende Sicherheiten im Umgang mit den Medien zu vermitteln, um dann wiederum die Schülerinnen und Schüler auf die Nutzung digitaler Technologien in ihrem künftigen Berufsfeld vorbereiten zu können. Die Kombination von computergestütztem Lernen und klassischem Unterricht, das sogenannte ‚blended learning‘, befähigt gleichzeitig zu diszipliniertem Lernen und zur Übernahme von Verantwortung für das eigene Fortkommen“, bekräftigt Professorin Seltrecht.



Prof. Dr. Frank Bünning
Foto: Jana Dünnhaupt



Immer mehr halten digitale
Technologien Einzug in den
Arbeitsalltag von Pflegekräften.
Foto: Sarah Rinka



→ In Deutschland sind nach Angaben der Bundesregierung über 40.000 Stellen in Pflegeeinrichtungen nicht besetzt, ist der Fachkräftemangel Alltag.

Deshalb werben Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen, Praxen und Ausbildungsschulen mit Flyern und Broschüren oder auf Webseiten und in sozialen Netzwerken für eine Ausbildung im Gesundheits- und Pflegebereich. Prof. Dr. Frank Bünning und sein Team haben sich neben der qualitativen Erhebung mittels Interviews vor allem auch der in solchen Werbematerialien verwendeten Bilder, Grafiken und Fotos zugewandt und sie mittels Bildinterpretation methodisch kontrolliert analysiert. Die Ergebnisse waren ernüchternd, fasst Berufspädagoge Bünning zusammen, denn sie zeigten, dass Digitalisierung nur wenig vorgelebt werde. Digitale Visitenwagen oder Bildschirme waren das höchste der Gefühle, das in Szene gesetzt werde. Um dem Fachkräftemangel in den Gesundheits- und Pflegeberufen entgegenzuwirken und den Nachwuchs anzusprechen und neugierig auf innovative Berufsfelder zu machen, muss eine zielgruppengerechtere Ansprache erfolgen. Dazu zählt eine moderne Internetpräsenz mit attraktivem und realistischem Informationsmaterial sowie der Kommunikationsansatz des Peer-to-Peer-Konzepts. „Das Projekt DiMediCa“, unterstreicht Frank Bünning, „untersucht diese und weitere Zusammenhänge im Verbundprojekt und wird sie wiederum miteinander ins Verhältnis setzen. Das Projekt hat sich aber selbst auch durch die coronabedingte erschwerte Datenerhebung mit digitalen Möglichkeiten der Datenerhebung auseinandersetzen müssen und so über die Projektziele hinaus einen Beitrag zur Entwicklung der Forschungsmethoden geleistet.“

Gestärkt werde das eigene Zutrauen in die digitalen Technologien noch durch einen weiteren Aspekt: den persönlichen Besitz der Hardware, also des eigenen Smartphones, des eigenen Tablets, des eigenen Laptops. Deshalb, kommt die Wissenschaftlerin zu dem Schluss, sollten die Schulen diese Geräte noch viel bewusster einsetzen. Eine Pflegeschule verfolge da bereits ein ganz pfiffiges Konzept, erzählt Astrid Seltrecht: Sie schließe einen Ausbildungsvertrag nur dann mit den Schülerinnen und Schülern, wenn ihnen ihre Ausbildungseinrichtung oder -klinik ein eigenes Tablet zur Verfügung stelle. Und sie berichtet von einer Erkenntnis, zu der alle drei Teilprojekte unabhängig voneinander führten: Die in der Literatur getroffene Unterscheidung von Digital Natives und Digital Immigrants trage nicht mehr.

→ Astrid Seltrecht unterscheidet zwischen „Formal Digital Natives“ und „Informal Digital Natives“.

Informal Digital Natives sind jene, die in eine digitalisierte Welt hineingeboren wurden und sich digitales Wissen en passant, quasi im Vorbeigehen, angeeignet haben. Formal Digital Natives beschreibt die nächste Generation der Digital Natives, nämlich diejenigen, die ab 2018 eingeschult wurden und ihre digitalen Kompetenzen nach Vorgaben der Kultusministerkonferenz (KMK) in sechs Kompetenzbereichen formal, also im Unterricht, erwerben werden. Diese Kohorte wird für eine Übergangszeit noch von Lehrenden unterrichtet, die sich quasi als Quereinsteiger ihre digitalen Kompetenzen nicht selten selbst angeeignet haben. Auch für diese Gruppe der „digitalen Quereinsteiger“ sind Ausbildungslösungen zu erarbeiten.



Vom exotischen Osten *und Covidioten*

Von der Macht unserer Sprache, zu spalten

Katharina Vorwerk





Demokratie braucht den Streit *in der Sache*. Aber ebenso sehr lebt sie von einem Konsens *über die Regeln dieses Streits*.

Die Art und Weise, in der so manche gesellschaftliche Debatte heute geführt wird, lässt diese gemeinsame Basis mitunter gefährdet erscheinen. Wer verstehen wolle, was Gesellschaften spaltet, und wer sich vor allem aber auch für die Chancen ihres Zusammenhalts interessiere, komme nicht umhin, sich mit dem Gebrauch unserer Sprache zu befassen, so Prof. Dr. Kersten Sven Roth. Der Linguist im Gespräch über sprachlich konstruierte Konflikte und unsichtbare Mauern innerdeutscher Verständigung.

—> *Herr Professor Roth, wir nutzen Sprache im Alltag so selbstverständlich, beiläufig und scheinbar ohne Kalkül. Ist unsere verbale Kommunikation so einfach wie sie scheint?*

Tatsächlich denken wir beim Thema Sprache zunächst nur an ein Werkzeug zur Informationsübertragung. Aber dafür ist das Zeichensystem „menschliche Sprache“ im Prinzip viel zu aufwändig und unökonomisch. Nein, Sprache ist Kern der Natur des Menschen als soziales Wesen. Die Art und Weise wie wir sprechen, begründet ganz wesentlich, zu welchen Gruppen wir uns zugehörig fühlen und was wir als anders und fremd empfinden. Sprechen ist soziales Handeln: Wenn wir schon bei der Wahl unserer Kleidung nicht nur danach schauen, ob sie uns wärmt, sondern auch, ob sie zum Image passt, das wir gerne hätten – wie sollte das beim Sprechen anders sein?



Wenn Sprache Gruppen formt, werden über die Sprache dann auch politische oder gesellschaftliche Konflikte dieser Gruppen ausgetragen?

Gesellschaftliche Konflikte – zwischen jung und alt, arm und reich, Frau und Mann – würden ohne Sprache gar nicht existieren oder zumindest keine Relevanz haben. Wir alle wissen zum Beispiel, dass die Frage, wer als alt gilt und wer als jung, nicht objektiv bestimmbar ist. Die Unterscheidung ist ein rein semantisches Phänomen und hat gerade deshalb so große gesellschaftliche Relevanz: Die Bedeutung von „Fridays for Future“ im aktuellen Klimadiskurs etwa hängt mit deren Anspruch zusammen, die Zukunftsinteressen junger Menschen zu vertreten. Die Positionen sind ja nicht neu und werden nicht nur von der etablierten Klimaforschung schon seit langem formuliert. Dass aber hier eine Jugendbewegung als Diskursakteur ins Spiel kommt, das verändert fraglos die globale politische Debatte.

Foto: Jana Dünnhaupt



Prof. Dr. Kersten Sven Roth

Foto: Jana Dünnhaupt

Steckt denn in der Sprache selbst die Kraft, spaltend zu wirken oder ist sie im Grunde nicht nur ein Spiegel gesellschaftlicher Verhältnisse?

Ja, unsere Sprache ist ein Spiegel der gesellschaftlichen Verhältnisse. Aber sie ist eben auch die wichtigste Grundlage unseres Zusammenlebens. Denn das, was wir für die Welt halten, haben wir uns kaum aus eigener Anschauung, sondern vor allem über den sprachlichen Austausch angeeignet. Ein simples Beispiel: Sie wissen, dass sich die Erde bewegt und die Sonne nicht. Warum? Sonnenaufgang und -untergang lassen uns doch jeden Tag das Gegenteil sinnlich erfahren. Sofern wir nicht in der astromischen Forschung arbeiten, glauben wir es einfach zu wissen, weil wir den Satz *Die Erde dreht sich um die Sonne* tausende Male gehört haben. Aus diesem Primat sprachlich gefassten Wissens folgt aber eben auch, dass es für eine Gesellschaft gefährlich ist, wenn sie sich nicht mehr auf Regeln einigen kann, unter welchen Bedingungen so eine

Aussage Geltung hat. Sprache ermöglicht „Fake News“ genauso wie überprüfbare Behauptungen. Wenn der Unterschied zwischen Fakt und Fiktion an Bedeutung verliert, dann hat Sprache die Kraft, zu spalten.

Wird diese Tendenz durch die Verbreitung sozialer Medien verstärkt?

Dass heute jeder ein Smartphone in der Hosentasche hat und damit Nachrichten oder Meinungen unmittelbar und direkt verbreiten kann, erleichtert sicher nicht die Bemühungen um einen gesellschaftlichen „common sense“. Die Macht der Algorithmen fördert zusätzlich die beim Menschen ohnehin vorhandene Tendenz, sich am liebsten nur mit Gleichgesinnten auszutauschen – es entstehen die berühmten „Echokammern“. Ich würde nicht so weit gehen, dass die sozialen Medien die gesellschaftliche Spaltung verursachen. Sie verstärken sie an der einen oder anderen Stelle und vor allen Dingen machen sie sie sichtbar.



Ein Thema, das uns noch immer sehr beschäftigt, ist die gestörte Kommunikation zwischen Ost und West. Was läuft hier schief?



Es ist gar nicht in erster Linie die Kommunikation zwischen den Menschen aus Ost und West. Spaltend wirkt vielmehr, wie in Politik und Medien über die innerdeutschen Verhältnisse gesprochen wird. Zu diesem Thema forsche ich selbst seit fast zwei Jahrzehnten und hier gibt es überraschend stabile „Diskursmauern“. Das fängt damit an, dass „der Osten“ immer wieder explizites Thema ist, wir aber nach wie vor kaum über „den Westen“ sprechen. Der Westen fungiert immer nur als – wie ich das einmal genannt habe – implizite „Normal Null“. Dagegen erscheint der Osten musterhaft stets als erstens das Exotische und „Andere“, zweitens das Defizitäre und drittens eine Belastung für Gesamtdeutschland. Das kann man tatsächlich in diskurslinguistischen Texten aus den frühen 1990er-Jahren genauso zeigen wie anhand der ganz aktuellen Debatte um Äußerungen des Ostbeauftragten der Bundesregierung über das fehlende Demokratieverständnis der Ostdeutschen. Und diese Diskursmuster sind eben nicht parteispezifisch, sondern bestimmen die gesellschaftliche Wahrnehmung über alle ideologischen Positionen hinweg.

In den zurückliegenden zwei Jahren hat uns darüber hinaus vor allem die emotional aufgeladene Debatte um Corona beschäftigt. Spielt auch hier Sprache eine Rolle beim Auseinanderdriften der Gesellschaft?

In der Pandemie scheint mir Sprache zunächst eher ein Symptom zu sein. Die Pandemie hat natürlich in vielfacher Weise gesellschaftliche Spaltungstendenzen begünstigt – etwa dadurch, dass sie unterschiedliche Bevölkerungs- und Berufsgruppen nun einmal sehr unterschiedlich hart in ihrer sozialen Existenz bedroht hat. Dass das zu einem rauer werdenden Ton führt, überrascht nicht. Dafür stehen dann Neologismen, die fraglos nicht zur Lösung der drängenden Herausforderungen rund um Corona geeignet sind, sondern nur zur gegenseitigen Diffamierung dienen: von *Covidiot* auf der einen bis *Coronahysterie* auf der anderen Seite. Aber auch die Frage, wie zum Beispiel verschiedene gesellschaftliche Gruppen und Milieus mit den stark veränderten sozialen Normen umgehen, die Corona gebracht hat – die politisch herbeigeführten Distanzgebote im privaten Raum beispielsweise –, bietet viel Potenzial für gemeinsame sozialwissenschaftliche und linguistische Gesellschaftsforschung.

In der Pandemie traf die sprachliche Logik der Wissenschaft auf die Aufmerksamkeitsökonomie der Medien. Wie würden Sie in einem ersten Rückblick den öffentlichen Diskurs beschreiben?

Externe Wissenschaftskommunikation ist ja normalerweise darauf ausgerichtet, ein öffentliches Interesse an Forschung überhaupt erst einmal herzustellen und muss sich dabei gegen Gesellschaftsbereiche wie die Unterhaltungsindustrie, den Sport oder auch die Politik behaupten. Die Pandemie hat diese „Machtverhältnisse“ des öffentlichen Interesses von heute auf morgen völlig verändert – zumindest für die Virologinnen und Epidemiologen. Plötzlich hing die ganze Welt an deren Lippen, lagen alle Hoffnungen auf ihrer ansonsten öffentlich wenig fragten Expertise. Das Problem ist nur: Wissenschaft operiert mit Komplexität und Zweifel. Gefragt aber waren angesichts der Bedrohungslage Sicherheit und einfache Wahrheiten. Die Folge war, dass viele Menschen das Gefühl hatten, Wissenschaft sei wankelmütig, unzuverlässig und letztlich auch nur ein Kampf der Meinungen. Ein Missverständnis mit verheerenden Konsequenzen.



Seit 2009 erinnert ein Stück der Berliner Mauer vor dem Dom von Magdeburg an den Fall der Mauer.

Foto: Jana Dünnhaupt

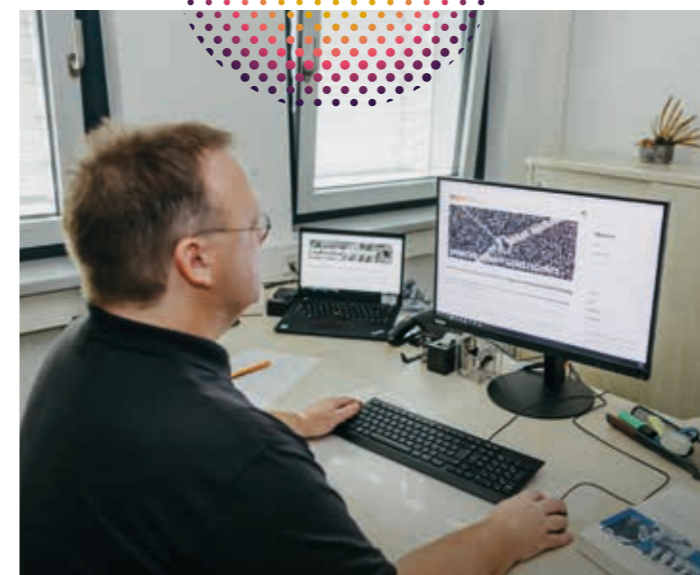


Hat aus Ihrer Sicht die direkte Kommunikation der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit den Medien das Vertrauen in Forschung gestärkt?

Wir untersuchen das zurzeit in einem Projekt für die Klaus-Tschira-Stiftung mit dem Titel *Zwischen Elfenbeinturm und rauer See*. Erste Analysen zeigen dabei schon, wie stark die Äußerungen aus der Fachwissenschaft in Talkshows, Podcasts und Interviews von Beginn an in einen politischen Kontext und eine mediale Logik gezwungen wurden, auf die die Betroffenen kaum vorbereitet waren. Sie wollten ihren fachlichen Kenntnisstand und seine tägliche Veränderung verständlich machen, die Medien aber forcierten Festlegungen bezüglich bestimmter politischer Entscheidungen. Dabei wurde dann eben auch mal weniger auf eine sachlich angemessene Interpretation und Wiedergabe der wissenschaftlichen Befunde Wert gelegt als auf deren Zuspitzung im Sinne der einen oder anderen politischen Position. Einige Protagonisten reagierten nach gescheiterten Grenzziehungsversuchen mit einem „geordneten Rückzug“, wie es Christian Drosten einmal bezeichnet hat. Das Vertrauen der Bürgerinnen und Bürger in die Wissenschaft ist auf diese Weise vermutlich – irrationalerweise – eher geschwunden. Wir hoffen, mit unserem Projekt am Ende auch zu der einen oder anderen Handlungsempfehlung zu kommen, an der sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im öffentlichen Diskurs orientieren können, wenn sie sich in politischen Kontexten befinden.

Mit besonders viel Eifer wird in jüngster Zeit auch über das „Gendern“ in der Sprache gestritten. Wie kommt es zu dieser Leidenschaft in der Debatte?

Die Diskussion ums Gendern ist tatsächlich ein schönes Beispiel für gleich mehrere Punkte, über die wir bereits gesprochen haben. Das Thema ist ja grundsätzlich gar nicht neu, Bemühungen um „geschlechtergerechte“ Sprache gibt es seit über 50 Jahren, auch wenn zum Problem der sprachlichen Sichtbarkeit von Frauen erst in den letzten Jahren der Anspruch hinzukam, auch nicht-binäre geschlechtliche Identitäten im Sprachgebrauch abzubilden. Aber sehr oft, wenn vermeintlich über den „richtigen“ Sprachgebrauch gestritten wird, haben die Beteiligten im Grunde gar kein Interesse, sich tatsächlich mit Sprache zu befassen, sondern sie tragen auf diesem Feld ideologische Stellvertreterkriege aus. Und auch dabei wird häufig Wissenschaft instrumentalisiert, in diesem Fall meine Disziplin, die Linguistik. So beanspruchen sowohl die Befürworter als auch die Gegner des „Gendersternchens“ immer wieder öffentlich für sich, „die Wissenschaft“ oder auch „die Grammatik“ auf ihrer Seite zu haben. Das stimmt so natürlich nicht. Aus linguistischer Sicht bedeutet eine solche mögliche Schreibkonvention weder den Untergang der deutschen Sprache noch zwangsläufig den entscheidenden Schritt zur Herstellung der Gleichberechtigung der Geschlechter. Die Aufgabe meines Faches ist es, genau diese Komplexität angemessen zu beschreiben.



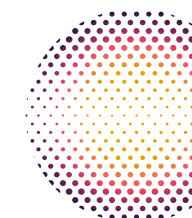
oben: Großplastik „die Magdeburger Halbkugeln“ von Thomas Virnich auf dem Breiten Weg in der Magdeburger Innenstadt.
Fotos: Jana Dünnhaupt

Sie haben an der Uni Magdeburg die „Arbeitsstelle für linguistische Gesellschaftsforschung“ (AlGf) gegründet. Kann die wissenschaftliche Analyse von Sprache den gesellschaftlichen Zusammenhalt fördern?

Es gibt ja ohne Frage politisch-ideologische Kräfte aus ganz verschiedenen Richtungen, die ein Interesse daran haben, die Gesellschaft zu spalten, weil es ihnen Machtoptionen eröffnet. Die werden aber erst dann gefährlich, wenn die Mehrheit der Menschen und der gesellschaftlichen Institutionen es nicht mehr schafft, miteinander „im Gespräch zu bleiben“, wie das Thema der ersten AlGf-Tagung im Oktober 2021 programmatisch hieß. Hier kann die linguistische Gesellschaftsforschung und konkret die AlGf als Forschungs- und Beratungseinrichtung Orientierung bieten. In vielen Institutionen und auch Unternehmen herrscht zum Beispiel derzeit eine große Verunsicherung auf den Feldern sprachliche Diskriminierung, Sexismus, Rassismus. Hier helfen ideologische Grabenkämpfe und pauschale moralische Urteile niemandem. Aber: Ein Verständnis davon, wie sprachliches Handeln überhaupt funktioniert, wie vielschichtig es ist und wie es kommt, dass einer etwas als sexistisch empfindet, was die andere für ein nettes Kompliment hielt – das kann dem einzelnen Sprecher und der einzelnen Sprecherin helfen, ihre eigenen sprachlichen Entscheidungen künftig bewusster zu treffen. Wir werden bei all den großen sozialen Spaltungstendenzen, über die wir jetzt gesprochen haben, nur weiterkommen, wenn wir es schaffen, so oft wie möglich aus unseren Echokammern auszubrechen und uns immer wieder von Neuem um eine konstruktive gesellschaftliche Gesprächskultur zu bemühen.



Herr Professor Roth, herzlichen Dank für das Gespräch!





u

Von Bauhaus *bis Usability*

Warum Informatik und Design
zusammengehören

Heike Kampe



Es sind reichlich sperrige Worte, welche die Forschungsgebiete von Hans-Knud Arndt beschreiben: „Gebrauchstauglichkeit“ und „Nutzerfreundlichkeit“. In Wissenschaftskreisen sind die englischen Übersetzungen „Usability“ und „User Experience“ gängiger.



Studierende fertigen im Vorkurs „Digitalhandwerk“ ein Modell aus Ton, welches sie mit einem Scanner in einen digitalen Code umwandeln.
Fotos: Jana Dünnhaupt

Was genau das bedeutet, kann der Professor für Wirtschaftsinformatik – Managementinformationssysteme gut an einem Beispiel aus seinem eigenen Alltag beschreiben und erinnert sich an eine schon länger zurückliegende Fahrt mit einem Mietwagen im Winter. „Die Autovermietung hatte es gut mit mir gemeint und die Sitzheizung angemacht.“ Das Problem: Auf der zweistündigen Fahrt nach Berlin wurde es auf dem beheizten Sitz zu warm – doch ohne größeren Aufwand ließ sich der Ausschalter nicht finden. Hans-Knud Arndt musste die Fahrt im viel zu warmen Auto hinter sich bringen und stellte fest: „Die Gebrauchstauglichkeit war in diesem Fall nicht gut.“

Es gibt wohl zahlreiche Beispiele wie diese, die zeigen, dass manche Produkte komplizierter sind, als sie eigentlich sein müssten. Das muss sich ändern, sagt der Wirtschaftsinformatiker Arndt. Wie man Autos, Benutzeroberflächen, Apps, Smartphones oder Kaffeemaschinen intuitiv bedienen kann, ohne vorher eine lange Gebrauchsanweisung lesen zu müssen – das ist für Arndt und sein Team eine der großen Zukunftsfragen der Informatik. Und darüber müsse dringend und auf neue Weise nachgedacht werden. Denn: „Die Informatik wirkt heute in alle Lebensbereiche hinein“, beschreibt Hans-Knud Arndt den gegenwärtigen Zustand. Mit der fortschreitenden Digitalisierung werden die Fragen nach der Nutzerfreundlichkeit und Gebrauchstauglichkeit immer drängender werden. Und damit auch ein Thema, das lange viel zu stiefmütterlich behandelt wurde.

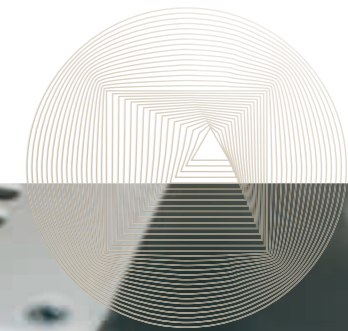


Wie erreicht man also Usability? „Es gibt da keinen einfachen, logischen Weg, keine systematische Lösung. Man muss sich herantasten und viel ausprobieren“, sagt Hannes Feuersenger, der sich mit genau dieser Frage in seiner Promotion beschäftigt. Der Nachwuchswissenschaftler und sein Professor sind sich aber einig: Mit den herkömmlichen, statistischen und mathematischen Methoden aus der Informatik kommt man hier nicht weiter. Es braucht mehr qualitative Forschung, die bisher zu oft als subjektiv und ungenau abgestempelt wird. Und: Die Weichen für ein Umdenken müssen schon in der Ausbildung gestellt werden.

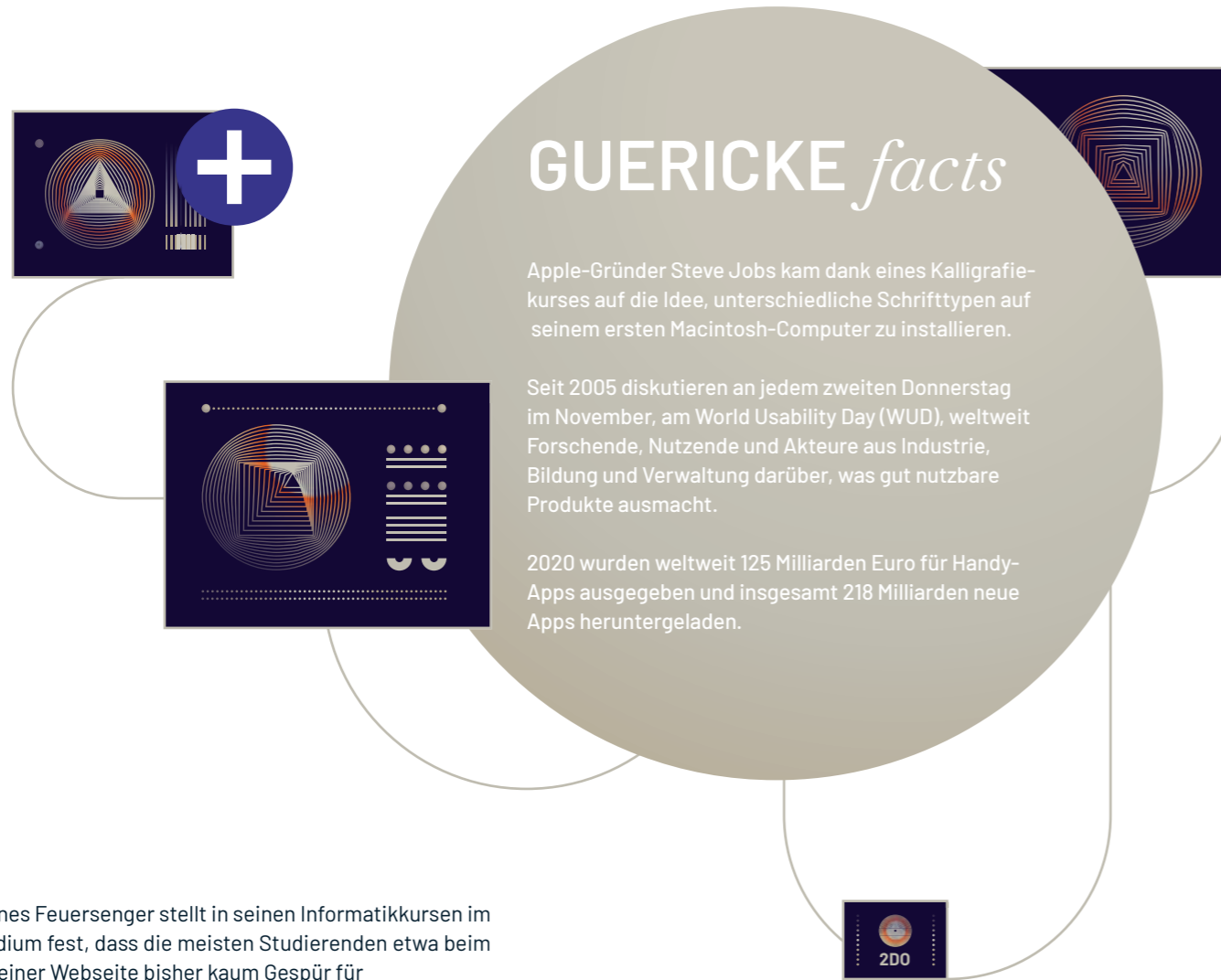
—————> Das Bauhaus –

eine 1919 in Weimar gegründete Kunsthochschule – könnte dabei als Vorbild dienen. Hier lernten die angehenden Architekten und Architektinnen sowie Kunsthandwerker und -handwerkerinnen in Vorkursen erst einmal ihre Materialien kennen. Holz, Metall, Glas oder Beton – mit diesen Werkstoffen arbeiteten die Studierenden sechs Monate lang, um ein Gefühl für die jeweiligen Eigenschaften zu bekommen. „Dieses Konzept übertragen wir und bieten im Studium den Vorkurs ‚Digitalhandwerk‘ an“, erklärt Hans-Knud Arndt das von ihm entwickelte Angebot. Das Immaterielle – also den digitalen Code – für die Studierenden begreifbar machen, eine Brücke zwischen der virtuellen und der realen Welt zu schlagen, ist das Ziel. „Das Informatikstudium ist bisher sehr mathematisch-naturwissenschaftlich ausgerichtet“, erklärt der Wissenschaftler. Das sei natürlich eine wichtige Grundlage, um erfolgreich programmieren zu können, aber „nicht das einzige notwendige Rüstzeug“, so Hans-Knud Arndt.

Einen neuen Zugang zu ihrem Fach erlernen die angehenden Informatikerinnen und Informatiker deshalb im Vorkurs Digitalhandwerk. Hier modellieren sie am Computer eine Kugel, einen Würfel oder eine Pyramide. Anschließend wird das digitale zu einem physischen Objekt – mithilfe eines 3D-Druckers. Die Studierenden können das von ihnen entworfene Modell tatsächlich in den Händen halten und damit buchstäblich „begreifen“. Umgekehrt können Modelle aus Knete oder Ton mithilfe eines Scanners in einen digitalen Code verwandelt werden. „Studierende mit dieser Erfahrung werden künftig die bessere Usability entwickeln“, ist Hans-Knud Arndt überzeugt.



Durch die Arbeit mit dem 3D-Drucker sollen die Studierenden ein besseres Verständnis hinsichtlich der Verbindung von materieller und immaterieller Welt erlangen.
Foto: Jana Dünnhaupt



Auch Hannes Feuersenger stellt in seinen Informatikkursen im Grundstudium fest, dass die meisten Studierenden etwa beim Erstellen einer Webseite bisher kaum Gespür für

→ „Usability“ oder „User Experience“

besitzen. „Gutes Design, Nutzerfreundlichkeit oder einfache Bedienung werden kaum umgesetzt“, sagt er. Warum das so ist, untersucht er in seiner Promotionsarbeit und sucht zugleich nach geeigneten Wegen, wie angehende Informatikerinnen und Informatiker auch den neuen Ansprüchen gerecht werden können. „All das kann man lernen“, betont er und möchte herausfinden, wie das am besten geschieht.

„Es gibt dazu bisher kaum Forschung“, erklärt Hannes Feuersenger. Das liege auch daran, dass Begriffe wie „Usability“ oder „User Experience“ nicht trennscharf verwendet werden. „Human Computer Interaction“ oder „Human Computer Design“ fallen ebenfalls in diese Begriffswelt. „Es sind alles Worte, die noch nicht ausreichend mit Inhalten gefüllt sind“, sagt Feuersenger, der Ordnung in dieses Durcheinander bringen möchte. „Das ist auch deshalb so, weil das Forschungsfeld noch keine richtige Heimat gefunden hat.“ In der Psychologie, der Philosophie, der Betriebswirtschaftslehre oder eben in der Informatik – überall werde seit fast sechs Jahrzehnten ein bisschen dazu gearbeitet, wie digitale Produkte und Anwendungen die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer besser erfüllen können. Ein ausgefeiltes, tragfähiges Konzept, wie man dieses Ziel erreichen könne, fehle aber bisher.

Gerade die Wirtschaftsinformatik müsse sich stärker als bisher mit dem Thema auseinandersetzen, findet der Forscher, der in seiner Arbeit die bisher verfügbaren Forschungsergebnisse aus der ganzen Welt und den unterschiedlichsten Fachgebieten zusammenträgt. Das sei mitunter eine mühsame Angelegenheit, räumt er ein. „Am Ende des Tages hat man fünf Paper gelesen und ist trotzdem nicht weitergekommen. Das ist dann manchmal frustrierend.“ Aber auch das gehöre zum Forscheralltag. Motivation findet er, wenn er an die Ziele seiner Arbeit denkt: „Wenn wir den Status quo kennen, können wir ihn analysieren und dann schauen, wie man es besser machen kann. Wir wollen, dass Usability in der Lehre fest verankert wird“, erklärt er.

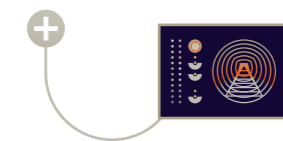
*„Über den eigenen Tellerrand blicken“,
„das Thema neu denken“ oder „ganzheitlich betrachten“ –*

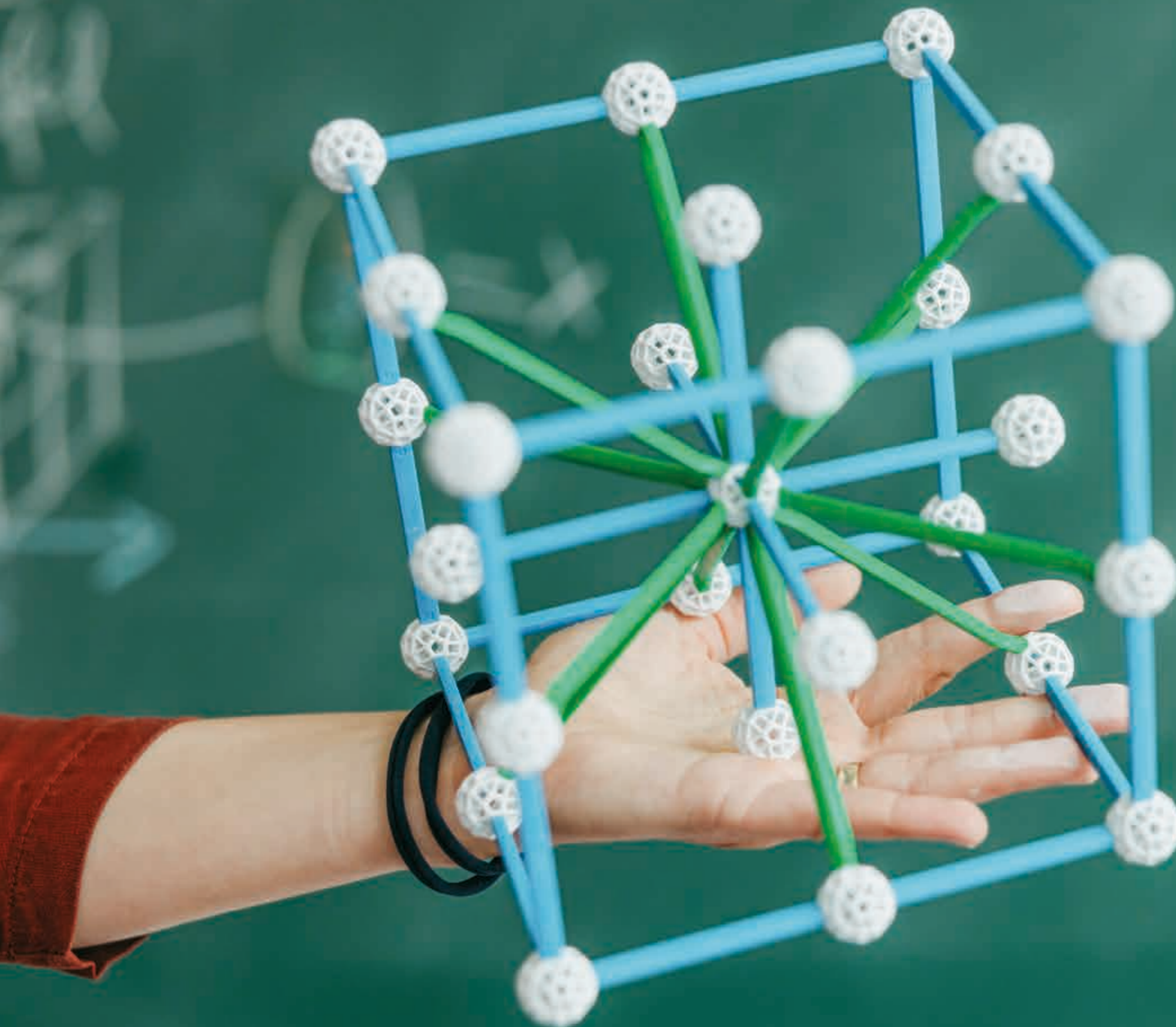
wenn Hans-Knud Arndt und Hannes Feuersenger über ihre Forschung sprechen, ist ihnen anzumerken, dass sie für ihre Sache brennen und sich einen Umbruch, eine neue Ausrichtung in der Informatik wünschen. „Die Lösungen finden wir nicht in der Informatik, wir müssen sie draußen suchen“, betont Hans-Knud Arndt.

Dafür wagt der Wissenschaftler nicht nur den Blick auf das Bauhaus, sondern vermittelt in seinen Seminaren auch, was die Informatik von Comics oder Kitsch lernen kann. „Die Studierenden sollen aus dem Vollen schöpfen können. Wer nutzerfreundliche Produkte entwickeln soll, braucht eine gute Allgemeinbildung und viele Anregungen“, erklärt er. Deshalb müssten Studierende der Informatik etwa auch die „Zehn Regeln des guten Designs“ kennen, die der Tischler und Architekt Dieter Rams entwickelt hat. Rams war als Chefdesigner maßgeblich für die Marke Braun tätig und postulierte in seinen Regeln etwa, dass gutes Design ästhetisch, unaufdringlich, langlebig und innovativ sei und ein Produkt brauchbar und verständlich mache. „Gutes Design ist auch nachhaltig“, fügt Arndt hinzu. Denn Produkte mit hoher Usability würden länger genutzt als solche, die weniger gebrauchstauglich sind. „Diese Regeln wurden für das Materielle aufgestellt, gelten aber genauso gut für das Immaterielle – also digitale Produkte“, betont Arndt und erklärt: „Produktdesign und Informatik wachsen zusammen.“



unten: Prof. Dr. Hans-Knud Arndt (li.)
und Hannes Feuersenger (re.)
Foto: Jana Dünnhaupt





g

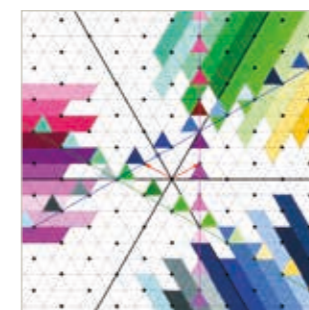
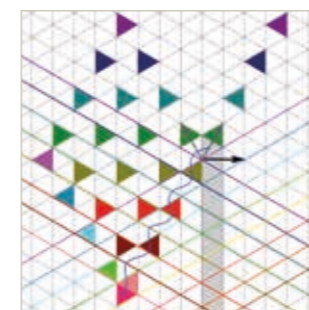
Die Ästhetik *des Dreiecks*

Was Mathematik mit
Gewitterzellen verbindet

Heike Kampe



Ein Dreieck auf einem Blatt Papier – so beginnt die Forschung von Mathematik-Professorin Petra Schwer. Mit farbigen Stiften zeichnet sie weitere Dreiecke auf das Gitterpapier und lässt ein Muster entstehen, das genau definierten Regeln folgt. Die Forscherin spiegelt, dreht und verschiebt ihr Startdreieck entlang unterschiedlicher Achsen und Drehpunkte und erzeugt so eine symmetrische Struktur. Die 41-Jährige, die seit 2018 an der Otto-von-Guericke-Universität forscht und hier den Lehrstuhl für Geometrie innehat, widmet sich in ihrer Arbeit mathematischen Gruppen, um mehr über die Grundlagen von Symmetrien herauszufinden.



„Ich mache Grundlagenforschung“, betont die Wissenschaftlerin. Die Ergebnisse ihrer Arbeit haben üblicherweise keinen direkten Nutzen. Trotzdem entdeckte sie kürzlich gemeinsam mit dem Klimawissenschaftler Aiko Voigt, dass Methoden aus ihrem Forschungsgebiet für eine ganz konkrete Fragestellung der Klimawissenschaft sehr hilfreich sein können. Es geht dabei um Wettermodelle, die die Wolkenbildung simulieren. Wie ein Gitter legen sich diese Modelle über die gesamte Erdkugel und ermöglichen Vorhersagen für jedes einzelne Segment. Bisher sind diese Modelle recht grob in der Auflösung, sodass einzelne Gewitterzellen oder kleinere Wolkengebiete kaum abgebildet werden können und damit schlecht vorhersagbar sind. In den Klimamodellen der nächsten Generation soll die räumliche Auflösung wesentlich höher sein und damit genauere Vorhersagen auch lokaler Wetterphänomene ermöglichen.

An dieser Stelle kommen Petra Schwer und ihre Dreiecke ins Spiel. „Das deutsche Wettermodell ICON basiert nicht wie andere Modelle auf Quadraten, sondern auf Dreiecken“, erklärt sie. Fast drei Millionen dieser dreieckigen Gitterzellen umspannen die Erdkugel und werden vom Deutschen Wetterdienst zur globalen Wettervorhersage genutzt. „Das Problem der Klimaforschenden ist, dass es bisher keine Rechentools auf Dreiecksbasis gibt, die genau ermitteln können, wo eine Wolke aufhört und die nächste anfängt“, beschreibt Petra Schwer das Dilemma. Ein solches Rechentool entwickelte sie kürzlich mithilfe einer mathematischen Technik aus ihrem Forschungsgebiet: „Diese Methode macht aus Dreiecksgittern dreidimensionale Würfel“, erklärt die Forscherin. „Danach können die bereits etablierten Methoden zur Wolkenberechnung einfach angewendet werden.“



Prof. Dr. Petra Schwer
Foto: Jana Dünnhaupt

Natürlich freut es die Mathematikerin, wenn sie sieht, wie die Ergebnisse ihrer Arbeit angewendet werden können. „In solchen Kooperationen, in denen man gemeinsam mit dem jeweiligen Know-how an großen Fragen arbeitet, liegt viel Potenzial“, ist sie überzeugt. In ihrem Forschungsalltag ist ein solches Projekt dennoch die Ausnahme. „Das Wissen, das wir heute in der Mathematik generieren, wird vielleicht in 100 Jahren tatsächlich einmal angewendet. Das, was heute beispielsweise in den Handys steckt, ist solch alte Mathematik“, betont sie. „Aber ohne diese Grundlagen würde es nicht funktionieren.“

Wenn sich die Wissenschaftlerin Buntstifte und Papier zur Hand nimmt, um ein Muster aus Dreiecken und ihren Spiegelungen zu kreieren, beginnt ihr Kopf sofort die mathematischen Beziehungen zu analysieren.

→ „Ich kann stundenlang auf das Gitterpapier und die dort entstandenen Muster schauen und versuchen, Strukturen zu erkennen“, erklärt sie.

Sogar im Alltag – wenn sie etwa mit dem Fahrrad an einem Gebäude vorbeifährt, dessen Fassade ein Muster aus Dreiecken ziert – erinnert sie das an ihre Forschungsfragen. Warum sieht das Muster so aus, wie es aussieht? Welche Spiegelungen, Drehungen oder Verschiebungen liegen ihm zugrunde? Was geschieht, wenn sich die Achsen der Spiegelungen verändern oder die Reihenfolge der Spiegelungen vertauscht wird? Wie viele Symmetrien gibt es für ein bestimmtes Objekt und wie genau wirken sie auf das Objekt? Wie viele Möglichkeiten gibt es, eine Ebene mit identischen Kopien von Dreiecken zu füllen? Es sind Forschungsfragen wie diese, die die Mathematikerin umtreiben.

Übersetzt Petra Schwer ihre auf dem Gitterpapier gezeichneten Muster aus Dreiecken in die mathematische Sprache, wird es für den Laien schnell unübersichtlich. „Das sind die Berechnungen zu den Bildern“, sagt die Forscherin und deutet auf eine komplizierte Abfolge von Gleichungen. „Das ist dann nicht mehr so hübsch, außer man weiß, woher es kommt“, sagt sie und lacht. Das Ziel ihrer Arbeit, die sich an der Schnittstelle von Geometrie und Algebra bewegt, ist aber genau das: Die Strukturen der Muster und ihre Zusammenhänge werden mathematisch in einer Formel beschrieben. Der mathematische Beweis, der die Beziehungen erklärt, ist dann der krönende Abschluss der Arbeit.



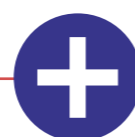
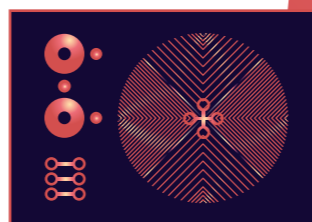
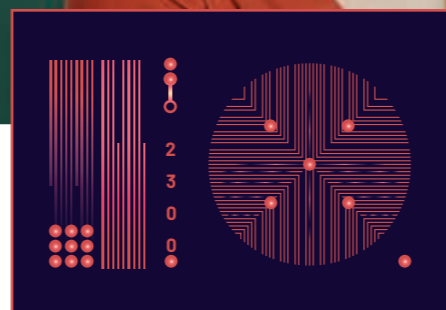
Das Bearbeiten einer solchen Forschungsfrage dauert üblicherweise mehrere Jahre. „Das ist wahrscheinlich länger als in den meisten anderen Disziplinen“, sagt Petra Schwer. Manchmal kann es vorkommen, dass der eingeschlagene Weg sich als falsch herausstellt oder sich ein Fehler eingeschlichen hat, der erst spät entdeckt wird. „Dann hat man bergeweise Altpapier produziert und muss noch einmal von vorn anfangen“, beschreibt sie die Herausforderungen und Schwierigkeiten auf ihrem Forschungsgebiet. Aber davon lässt sich die Mathematikerin nicht abschrecken. Denn in ihrer wissenschaftlichen Karriere hat sie gelernt, dass auch im Scheitern Erkenntnisse liegen. „Wenn man sieht, was nicht funktioniert, kann einen das trotzdem vorwärtsbringen. Man lernt immer etwas und kommt manchmal erst durch Fehler auf die richtige Idee.“

Mathematik faszinierte sie schon in der Schule – wie auch viele andere Fächer. „Ich hatte aber das Glück, einen Lehrer zu haben, der mit uns schon ein bisschen Hochschulmathematik gemacht hat“, erinnert sie sich an die Schlüsselmomente, die schließlich zum Mathe-Studium führten. In der Mathe-AG in der zehnten und elften Klassenstufe konnte Petra Schwer so schon ein wenig kennenlernen, was Forschung in der Mathematik bedeutet. „Wir haben Spielwiesen bekommen, auf denen wir uns ausprobieren durften“, erinnert sie sich.

Eine solche Spielwiese für alle an Mathematikfragen Interessierten, Schülerinnen und Schüler der Oberstufe, Lehrkräfte und Studierenden hat sie im vergangenen Jahr gemeinsam mit ihrem Kollegen Thomas Kahle ins Leben gerufen: Der Podcast „Pi ist genau 3“ bereitet alle zwei Wochen ein mathematisches Thema allgemeinverständlich auf. „Es geht um mathematische Konzepte und Objekte, um Forschungsfragen aus unserem Arbeitsalltag, aber auch darum, wie man Mathematik am besten lernt oder warum die Kaffeepause für unseren Austausch so wichtig ist“, erklärt Petra Schwer. „Miteinander zu reden, ist enorm wichtig“, betont sie. Denn so könnten neue Ideen und Ansätze entstehen. „Im stillen Kämmerlein für sich allein sitzt man nur sehr selten.“ Mit ihrem Projekt wollen die beiden Forschenden auch das Image der Mathematik ein wenig geraderücken:



Foto: Jana Dünnhaupt

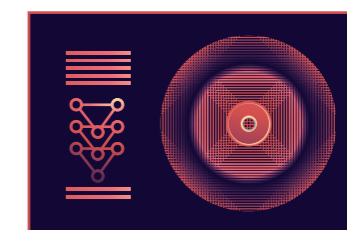


GUERICKE *facts*

Ein Satz aus der Elementargeometrie über Dreiecke trägt den Namen des französischen Kaisers und Feldherrn Napoleon Bonaparte.

Der griechische Gelehrte Eratosthenes von Kyrene berechnete bereits vor fast 2300 Jahren mithilfe von Geometrie den Erdumfang relativ genau.

Jedes Polygon – also jedes Vieleck wie etwa Quadrat, Achteck, Fünfeck oder Tausendeck – kann in eine Reihe von Dreiecken unterteilt werden, um die Fläche der komplexen Form zu finden.



Der Mathematik-Podcast von Petra Schwer und Thomas Kahle ist zu hören unter:

<https://pi-ist-genau-3.de/>

→ „Wenn ich einige Menschen dafür begeistern und ihnen zeigen kann, dass Mathematik alles andere als steif, angestaubt und lebensfern ist, dann wäre schon viel gewonnen“, sagt die Wissenschaftlerin.



f

Forschung
und Preise

Auszeichnungen für Forscherinnen
und Forscher der Otto-von-Guericke-
Universität Magdeburg im Überblick



→ Fakultät für Maschinenbau

› Prof. Dr. Holm Altenbach <i>Institut für Mechanik</i>	Aufnahme als Foreign Member in die National Academy of Sciences of Ukraine	Verdienste um die Mechanik
› Dr.-Ing. Carsten Burchardt <i>Forschungsleiter Strategic Business Consulting, Siemens Digital Industrie Software GmbH</i>	Berufung auf Honorarprofessur Products and Systems Lifecycle Management	Hervorragendes Fachwissen zu Product Lifecycle Management (PLM)
› Dr. Martin Ecke, Dipl.-Ing. Markus Wilke <i>Institut für Werkstoff- und Fügetechnik (gemeinsam mit dem Leibniz-Institut)</i>	Hugo-Junkers-Preis <i>3. Platz Kategorie Innovativste Vorhaben der Grundlagenforschung</i>	Projekt „Elektrode zur Aufzeichnung von Hirnaktivitäten und zur Behandlung von Hirnerkrankungen“
› Oliver Michael, M. Sc. <i>Institut für Werkstoff- und Fügetechnik</i>	Fotowettbewerb der 54. Metallographie-Tagung der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e. V. <i>2. Platz Kategorie Lehrmaterial</i>	Arbeit „Querschliffe austenitischer Belche“
› Dr.-Ing. Eric Riedel <i>Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung</i>	Forschungspreis 2020 der Industrie- und Handelskammer Magdeburg	Dissertation „Numerisch gestützte Untersuchung einer erstarrungsbegleitenden Ultraschallbehandlung der Legierung AlSi7Mg0,3“

→ Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik

› Jun.-Prof. Dr. Alba Dieguez Alonso <i>Institut für Strömungstechnik und Thermodynamik</i>	Ehrenring des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI)	Leistungen auf dem Gebiet der Energietechnik
› Dr.-Ing. Stefan Hoerner <i>Institut für Strömungstechnik und Thermodynamik</i>	Dissertationspreis „Prix européen 2021“ der Deutsch-Französischen Hochschule	Promotion „Characterization of the fluid-structure interaction on a vertical axis turbine with deformable blades“ in Ingenieur- und Naturwissenschaften an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Universität Grenoble Alpes
› Dr.-Ing. Seyed Ali Hosseini M. Sc. <i>Institut für Strömungstechnik und Thermodynamik</i>	Dissertationspreis 2020 der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Dissertation „Development of a lattice Boltzmann-based numerical method for the simulation of reacting flows“

› Dr.-Ing. Christian Rieck <i>ehemaliger Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Thermische Verfahrenstechnik jetzt Glatt Ingenieurtechnik GmbH, Weimar</i>	EFCE Award 2021 in section Product Design & Engineering der Europäischen Föderation für Chemieingenieurwesen	Dissertation „Microscopic and macroscopic modeling of particle formation processes in spray fluidized beds“
› Prof. Dr. rer. nat. Dieter Schinzer <i>Chemisches Institut</i>	Forschungspreis 2021 der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Herausragende Leistungen auf dem Gebiet der Organischen Chemie
› Prof. Dr.-Ing. Andreas Seidel-Morgenstern <i>Lehrstuhl Chemische Verfahrenstechnik, Institut für Verfahrenstechnik</i>	IAS-Fellow der International Adsorption Society (IAS)	Leistungen für die Adsorptionswissenschaft und langjährige Führungsrolle im IAS
› Prof. Dr.-Ing. Andreas Seidel-Morgenstern, <i>Lehrstuhl Chemische Verfahrenstechnik, Institut für Verfahrenstechnik (gemeinsam mit Kerry Gilmore [University of Connecticut] und Peter Seeberger [MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam-Golm])</i>	Award for Affordable Green Chemistry der American Chemical Society <i>(Preis der American Chemical Society (ACS) für bezahlbare grüne Chemie)</i>	Entwicklung kontinuierlicher chemischer Verfahren zur Herstellung von Artemisinin-Kombinationstherapien aus pflanzlichen Abfallstoffen, Luft und Licht
› Gerd Strenzke, M. Sc. <i>Lehrstuhl Thermische Verfahrenstechnik, Institut für Verfahrenstechnik</i>	Preis für die Best Presentation auf der 13. Internationalen Konferenz über Wirbelschichttechnologie	Projekt „Kontinuierliche Wirbelschichtsprühhagglomeration“
› Prof. Dr.-Ing. Kai Sundmacher <i>Lehrstuhl Systemverfahrenstechnik, Institut für Verfahrenstechnik</i>	Aufnahme als Ordentliches Mitglied in die technikwissenschaftliche Klasse der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften	in ungewöhnlicher Weise breit aufgestellte Forschung auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik, einer der weltweit führenden Wissenschaftler seiner Disziplin
› Prof. Dr.-Ing. Evangelos Tsotsas <i>Lehrstuhl Thermische Verfahrenstechnik, Institut für Verfahrenstechnik</i>	Outstanding Contribution Reviewer Award der Zeitschrift Particuology	umfangreiche als qualitativ wegweisend begutachtete Artikel für die internationale Zeitschrift Particuology
› Dr.-Ing. Nicole Vorhauer-Huget <i>Institut für Verfahrenstechnik</i>	Maria-Weber-Grant für Juniorprofessoren und Habilitanden der Hans-Böckler-Stiftung	Forschungsleistungen mit hoher Qualität



→ **Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**

› Carsten Kempiak <i>Lehrstuhl für Leistungselektronik, Institut für Elektrische Energiesysteme</i>	PCIM Europe Young Engineer Award des ECPE – European Center for Power Electronics e. V.	Paper „Accelerated Qualification of Highly Reliable Chip Interconnect Technology by Power Cycling Under Thermal Overload“
---	--	---

→ **Fakultät für Informatik**

› Jana Eisoldt <i>Informatik-Masterstudentin</i>	Zeiss Women's Award <i>3. Platz</i>	außergewöhnliche Leistungen von jungen Frauen in der Informatik
› Naomi Larsen, Sylvia Saalfeld, Charlotte Flüh, Samuel Voß, Georg Hille, Mariya Pravdivtseva, Philipp Berg <i>Fakultät für Informatik/ STIMULATE Forschungscampus</i>	Preis des Vereins für Hirnaneurysma-Erkrankte für Vortrag/ Poster aus dem Bereich Aneurysma/ AVM auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft for Neuroradiologie e. V. (neuroRAD)	Vortrag/ Poster „Fokales Enhancement intrakranieller Aneurysmen im MR vessel wall imaging: Multimodale Validierung eines Biomarkers für ein erhöhtes Rupturrisiko“
› Jun.-Prof. Dr.-Ing. Kai Lawonn <i>Institut für Simulation und Graphik und Universität Jena</i>	Heinz-Maier-Leibnitz Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft <i>(als Mitglied einer Forschungsgruppe von Informatikern der Universität Jena)</i>	Forschung zur Datenvisualisierung von Medizinischer Visualisierung und Illustrativer Visualisierung über Geometric Computing und Computergrafik bis hin zur Visuellen Analyse
› Jun.-Prof. Dr.-Ing. Kai Lawonn <i>Institut für Simulation und Graphik und Universität Jena</i>	EuroVis Young Researcher Award der Conference on Visualization EuroVis	Beiträge zur medizinischen Visualisierung im Allgemeinen und zur illustrativen Visualisierung, zur multimodalen Visualisierung und zur Visualisierung von Blutfluss
› Dr. Monique Meuschke <i>AG Visualisierung, Institut für Simulation und Graphik</i>	EuroVis Phd Award der Conference on Visualization EuroVis	Dissertation „Visualisierung, Klassifizierung und interaktive Erforschung von Risikokriterien für zerebrale Aneurysmen“
› Dr. Monique Meuschke <i>AG Visualisierung, Institut für Simulation und Graphik</i>	Bildverarbeitung-für-die-Medizin-(BVM)-Award des Workshops „Bildverarbeitung für die Medizin“	Dissertation „Visualisierung, Klassifizierung und interaktive Erforschung von Risikokriterien für zerebrale Aneurysmen“
› Prof. Dr. Frank Ortmeier <i>AG Software Engineering, Institut für Intelligente Kooperierende Systeme</i>	Hugo-Junkers-Preis 2020 <i>1. Platz Kategorie „Innovativste Projekte aus dem Bereich Applied Interactive Technologies“</i>	Projekt „EVOK: Echtzeit Vor-Ort-Aufklärung und Einsatzmonitoring“

→ **Fakultät für Mathematik**

› Prof. Dr. Alexandra Carpentier <i>Institut für Mathematische Stochastik</i>	von Kaven-Ehrenpreis 2020 der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)	Forschungsleistungen an der Schnittstelle von Mathematik und Informatik
› Prof. Dr. Alexandra Carpentier <i>Institut für Mathematische Stochastik</i>	Forschungspreis 2020 der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Forschungen an der Schnittstelle von mathematischer Statistik und maschinellem Lernen

→ **Fakultät für Naturwissenschaften**

› Lukas Fischer, M. Sc. <i>Abteilung Theorie der Weichen Materie/ Biophysik, Institut für Physik</i>	Student Presentation Award of the Physical Society of Japan (Division 12)	wissenschaftlicher Vortrag „Structure and magnetostriction in soft magnetic gels and elastomers“
› Dr. rer. nat. Kirsten Harth <i>Abteilung Theorie der Weichen Materie/ Biophysik, Institut für Physik</i>	Karin-Witte-Preis 2020 für Wissenschaftlerinnen des Karin-Witte-Fonds zur Förderung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Herausragenden Leistungen in der experimentellen Physik auf den Gebieten der Fluidodynamik, Musterbildung und Physik granularer Materialien sowie des bisherigen wissenschaftlichen Engagements für die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
› Prof. Dr. Andreas Menzel <i>Abteilung Theorie der Weichen Materie/ Biophysik, Institut für Physik</i>	IOP Publishing „Outstanding Reviewer“ Award Institute of Physics, London	Begutachtung wissenschaftlicher Journalbeiträge, speziell für das Journal <i>Smart Materials and Structures</i> im Jahr 2020

→ **Medizinische Fakultät**

› Arbeitsgruppe „Experimentelle Thoraxchirurgie“ <i>unter der Leitung von Dr. Cornelia Wiese-Rischke</i>	Forschungspreis der Deutschen Gesellschaft für Thoraxchirurgie 2020	Forschungsarbeit von Promotionsstipendiatin Isabell Knoblich: „Optimierung der Organperfusion in einem präklinischen ex-vivo Lungen-Perfusionsmodell“
› Dr. Julia Désirée Böhme <i>Institut für Medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene</i>	Forschungspreis für wissenschaftlichen Nachwuchs der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg <i>Kategorie „Biomedizinische Grundlagenforschung“</i>	Projekt: „Reprogrammierung in der Nase? Einfluss des Entzündungsmilieus bei allergischem Asthma bronchiale auf antimikrobielle Funktionen des respiratorischen Nasenepithels“
› Prof. Dr. Jessica Bertrand <i>Orthopädische Universitätsklinik/ Experimentelle Orthopädie</i>	Arthur-Vick Preis der Deutschen Gesellschaft für Orthopädische Rheumatologie (DGORh)	Forschungsarbeit „Antibody-mediated inhibition of syndecan-4 dimerisation reduces interleukin (IL)-1 receptor trafficking and signalling“



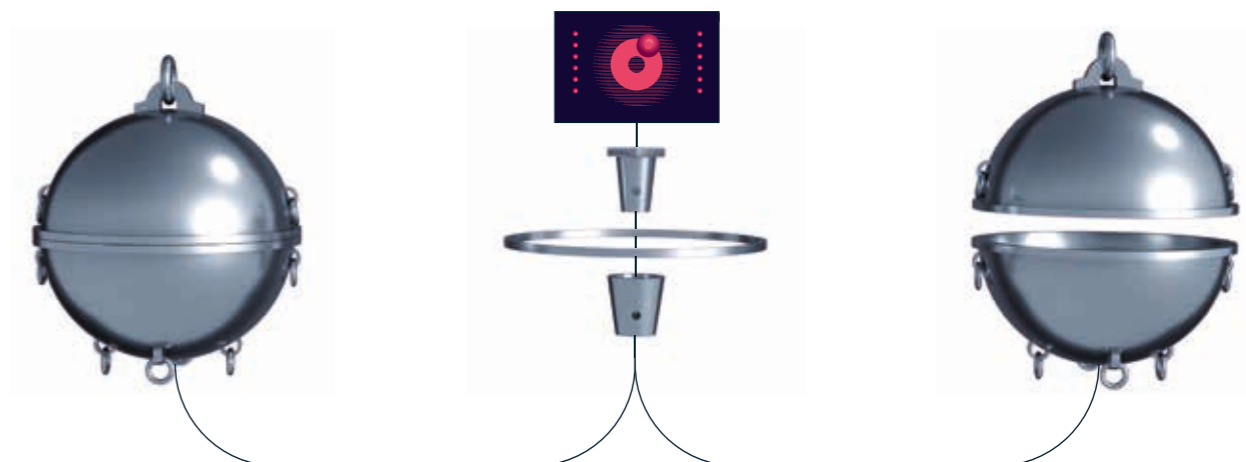
→ **Medizinische Fakultät**

› Dr. rer. medic. Sanchita Ghosh	Dissertationspreis 2020 der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Dissertation „The regulation of endoplasmic reticulum stress by activated protein C in diabetic nephropathy“
› Prof. Dr. med. Christoph H. Lohmann, Prof. Dr. Jessica Bertrand, Ann-Kathrin Meinshausen, M. Sc. <i>Orthopädische Universitätsklinik, Forschungsbereich Experimentelle Orthopädie</i>	Hugo-Junkers-Preis für Forschung und Innovation 2020 <i>1. Preis Kategorie „Innovativste Vorhaben der Grundlagenforschung“</i>	Projekt „C9 als Biomarker für Protheseninfektion“
› Prof. Dr. med. Christoph H. Lohmann, Prof. Dr. Jessica Bertrand, Maximilian Costa, Thomas Sühn, Nazila Esmaeili, Moritz Spiller, Dr. Alfredo Illanes, Dr.-Ing. Axel Boese, Prof. Dr. Michael Friebe <i>Orthopädische Universitätsklinik/ NKA Healthtec Innovation Laboratory</i>	Hugo-Junkers-Preis für Forschung und Innovation 2020 <i>3. Preis Kategorie „Innovativste Vorhaben der angewandten Forschung“</i>	Projekt: „IntraOrthoSense – intraoperative vibroakustische Abtastung von Gelenkknorpel für die klinische Entscheidungsunterstützung“
› Dr. Eva Lücke <i>Universitätsklinik für Pneumologie</i>	Förderpreis der Mitteldeutschen Gesellschaft für Pneumologie und Thoraxchirurgie (MDGP)	Forschungen zur Therapie von Atemwegserkrankungen
› Privatdozent Dr. med. Jazan Omari <i>Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin</i>	Forschungspreis für wissenschaftlichen Nachwuchs der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg <i>Kategorie „Klinische Forschung“</i>	Projekt: „Prädiktoren für das Ansprechen der bildgeführten interstitiellen Brachytherapie“
› Dr. med. Rosa Rosania <i>Universitätsklinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie</i>	Walter-Krienitz-Doktorandenpreis 2020	Thema: „Helicobacter pylori eradication therapy is not associated with the onset of inflammatory bowel disease. A case-control study“

→ **Fakultät für Wirtschaftswissenschaft**

› Prof. Dr. Anne Chwolka, Sebastian Oelrich M.Sc. LI.M. Oec. <i>Lehrstuhl BWL, insbes. Unternehmensrechnung/Accounting</i>	Research Grant Award 2021 der European Academy of Management	Forschungsprojekt „Plurality in Auditing: A Cross-Cultural Study on Auditor Whistleblowing in Europe“
--	---	---

› Prof. Dr. Sven Müller <i>Lehrstuhl BWL, insbes. Operations Management (gemeinsam mit Ko-Autoren Knut Haase, Matthes Koch [Uni Hamburg] und Mathias Kasper [TU Dresden])</i>	Best Paper Award 2021 des Verbands der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft (VHB)	Veröffentlichung „A Pilgrim Scheduling Approach to Increase Safety During the Hajj“, in <i>Operations Research</i>
› Prof. Dr. Marko Sarstedt <i>Lehrstuhl BWL, insbes. Marketing</i>	Aufnahme in die 2020er Clarivate-Liste der Highly Cited Researchers	
› Prof. Dr. Marko Sarstedt <i>Lehrstuhl BWL, insbes. Marketing</i>	F.A.Z.-Ökonomenranking 2020 <i>2. Platz im Kriterium „Wissenschaft“</i>	
› Prof. Dr. Marko Sarstedt <i>Lehrstuhl BWL, insbes. Marketing (gemeinsam mit von J. F. Hair, J. J. Risher und C. M. Ringle)</i>	Outstanding Paper Award 2020 von Emerald Publishing	Veröffentlichung „When to Use and How to Report the Results of PLS-SEM“ in <i>European Business Review</i>
› Dr. Nicole Siebold <i>vormals Lehrstuhl BWL, insbes. Entrepreneurship jetzt Universität Aarhus/Dänemark (gemeinsam mit Prof. Dr. Franziska Günzel-Jensen [Aarhus University] und Prof. Dr. Steffen Korsgaard [University of Southern Denmark])</i>	Best Social Entrepreneurship Award 2020 der Hans-Sauer-Stiftung und Social Entrepreneurship Academy	Studie „Should we join partnerships for the goals? A social venture perspective on the integration of SDGs in collaborative practices“





Zahlen *und Fakten*

Die Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg im Überblick



→ **Universitätsleitung**

- › Prof. Dr.-Ing. Jens Strackeljan
Rektor
- › Prof. Dr. Helmut Weiß
Prorektor für Planung
und Haushalt
- › Prof. Dr. Susanne Schmidt
Prorektorin für Studium
und Lehre
- › Prof. Dr. Borna Relja
Prorektorin für Forschung,
Technologie und
Chancengleichheit
- › Dr. Jörg Wadzack
Kanzler

→ **Studierende Stand (WS 2020/21)**

- › 13.563 Studierende ▶ **5.664**
darunter 2.990 Studien-
anfänger:innen (1. Fachsemester)
- › Bachelor 6.058
- › Master 5.238
- › Medizinstudierende 1.528
- › Sonstige 16
- › aus Sachsen-Anhalt
4.584 ▶ **1.727**
- › internationale Studierende
3.569 ▶ **1.237**
- › Studierende in der Regelstudienzeit
9.030
- Studierende gesamt
nach Fakultäten**
- › Maschinenbau
1.327 ▶ **223**
- › Verfahrens- und Systemtechnik
1.309 ▶ **329**
- › Elektrotechnik und
Informationstechnik
931 ▶ **234**
- › Informatik
1.750 ▶ **360**
- › Mathematik
404 ▶ **153**
- › Naturwissenschaften
776 ▶ **521**
- › Medizin
1.607 ▶ **962**
- › Humanwissenschaften
3.018 ▶ **1.715**
- › Wirtschaftswissenschaft
2.441 ▶ **1.167**
- Absolventen/ -innen
Studienjahr 2019/20**
2.226 ▶ **992**
- › darunter Humanmedizin
185 ▶ **108**
- Promotionen und
Habilitationen 2020**
- › Abgeschlossene Promotionen
247 ▶ **98**
- › Abgeschlossene Habilitationen
13 ▶ **5**

→ **Fakultäten & Institute**

- Fakultät für Maschinenbau
mit den Instituten:**
- › Arbeitswissenschaft,
Fabrikautomatisierung
und Fabrikbetrieb
- › Mechanik
- › Fertigungstechnik
und Qualitätssicherung
- › Logistik und Materialflusstechnik
- › Maschinenkonstruktion
- › Mobile Systeme
- › Werkstoff- und Fügetechnik
- Fakultät für Verfahrens-
und Systemtechnik
mit den Instituten:**
- › Verfahrenstechnik
- › Chemie
- › Strömungstechnik
und Thermodynamik
- › Apparate- und Umwelttechnik
- Fakultät für Elektrotechnik und
Informationstechnik
mit den Instituten:**
- › Automatisierungstechnik
- › Informations- und
Kommunikationstechnik
- › Elektrische Energiesysteme
- › Medizintechnik
- Fakultät für Informatik
mit den Instituten:**
- › Intelligente Kooperierende Systeme
- › Simulation und Graphik
- › Technische und Betriebliche
Informationssysteme

- Fakultät für Mathematik
mit den Instituten:**
- › Algebra und Geometrie
- › Analysis und Numerik
- › Mathematische Optimierung
- › Mathematische Stochastik
- Fakultät für
Naturwissenschaften
mit den Instituten:**
- › Biologie
- › Physik
- › Psychologie
- Medizinische Fakultät
mit den Instituten:**
- › Anatomie
- › Biochemie und Zellbiologie
- › Medizinische Psychologie
- › Molekularbiologie und
Medizinische Chemie
- › Physiologie
- › Allgemeinmedizin
- › Biometrie und
Medizinische Informatik
- › Inflammation und
Neurodegeneration
- › Pharmakologie und Toxikologie
- › Sozialmedizin und
Gesundheitssystemforschung
- › Bereich Arbeitsmedizin
- › Humangenetik
- › Klinische Chemie und
Pathobiochemie
- › Klinische Pharmakologie
- › Medizinische Mikrobiologie und
Krankenhaushygiene
- › Molekulare und
Klinische Immunologie
- › Bereich Translationale
Entzündungsforschung
- › Transfusionsmedizin und
Immunhämatologie mit Blutbank
- › Experimentelle Innere Medizin
- › Kognitive Neurologie und
Demenzforschung
- › Neuropathologie
- › Pathologie
- › Bereich Geschichte, Ethik
und Theorie der Medizin

- Fakultät für Humanwissenschaften
mit den Instituten:**
- › Bildung, Beruf und Medien
- › Gesellschaftswissenschaften
- › Philologie, Philosophie
und Sportwissenschaft
- Fakultät für
Wirtschaftswissenschaft
mit den Professuren:
Betriebswirtschaftslehre:**
- › Unternehmensrechnung und
Controlling
- › Internationales Management
- › Betriebswirtschaftliche Steuerlehre
- › Finanzierung und Banken
- › Unternehmensführung und
Organisation
- › Operations Management
- › Marketing
- › Management Science
- › Unternehmensrechnung/Accounting
- › E-Business
- › Entrepreneurship
- › Empirische Wirtschaftsforschung
- › Economics of Business and Law
- › Innovations- und Finanzmanagement
- › Behavioral International Management
- › Consumer Behavior (JP)
- › Experimentelle
Wirtschaftsforschung (JP)
- › Behavioral Accounting (JP)
- › Data-Driven Decision Support (JP)
- Volkswirtschaftslehre:**
- › Finanzwissenschaft
- › Angewandte Wirtschaftsforschung
- › Wirtschaftspolitik
- › Internationale Wirtschaft
- › Monetäre Ökonomie und öffentlich-
rechtliche Finanzwirtschaft
- › Verhaltensbasierte Sozialpolitik
- › Volkswirtschaftslehre
- › Wirtschaftswissenschaft:
Produktivität und Innovationen
- › Financial Economics
- › Banking and Financial Systems (JP)
- › Angewandte Mikroökonomie (JP)
- › Financial Economics (JP)
- › Bürgerliches Recht, Handels- und
Wirtschaftsrecht

→ **Kliniken**

- › Universitätsklinik für
Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und
Transplantationschirurgie
- Bereich Gefäßchirurgie
- Bereich Kinderchirurgie und
Kindertraumatologie
- › Unfallchirurgie
- › Plastische, Ästhetische und
Handchirurgie
- › Herz- und Thoraxchirurgie
- › Orthopädische Universitätsklinik
- › Universitätsaugenklinik
- › Urologie, Uro-Onkologie, roboter-
gestützte und fokale Therapie
- › Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde,
Kopf- und Halschirurgie
- Abteilung für Experimentelle
Audiologie
- › Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
- › Frauenheilkunde, Geburtshilfe und
Reproduktionsmedizin
- Bereich Experimentelle Gynäkologie
und Geburtshilfe
- Bereich Reproduktionsmedizin und
Gynäkologische Endokrinologie
- › Kardiologie und Angiologie
- › Pneumologie
- › Gastroenterologie, Hepatologie und
Infektiologie
- › Nieren- und Hochdruckkrankheiten,
Diabetologie und Endokrinologie
- Bereich Endokrinologie und
Stoffwechselkrankheiten
- › Hämatologie und Onkologie
- › Universitätskinderklinik
- Bereich Pädiatrische Hämatologie
und Onkologie
- Bereich Experimentelle Pädiatrie
und Neonatologie
- Bereich Pädiatrische Endokrinologie
und Stoffwechsel
- › Universitätshautklinik
- › Neurologie
- › Neurochirurgie
- › Stereotaktische Neurochirurgie
- › Psychiatrie und Psychotherapie
- › Psychosomatische Medizin und
Psychotherapie
- › Kinder- und Jugendpsychiatrie
- › Radiologie und Nuklearmedizin
- › Neuroradiologie
- › Strahlentherapie
- › Anästhesiologie und Intensivtherapie

Legende

▶ - davon Frauen
(JP) - Juniorprofessur



GUERICKE/21

forschen • vernetzen • anwenden
Das Forschungsjournal
der Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg

Herausgeber

Medien, Kommunikation und Marketing,
Abteilung Presse- und Öffentlichkeits-
arbeit im Auftrag des Rektors

Konzeption

Katharina Vorwerk

Redaktion

Katharina Vorwerk V.i.S.d.P.
Ines Perl, Ina Götze, Lisa Baaske

Redaktionsadresse

Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg
Abteilung Presse- und
Öffentlichkeitsarbeit
Universitätsplatz 2
39106 Magdeburg
Tel.: 0391 67-58751
E-Mail: presseteam@ovgu.de

Gast- und Mitautoren dieser Ausgabe

Manuela Bock, Kathrain Graubaum,
Julia Heundorf,
Friederike Süssig-Jeschor,
Heike Kampe

© Copyright by

Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg
Alle Rechte vorbehalten. Namentlich
gekennzeichnete Artikel müssen nicht
mit den Auffassungen des Heraus-
gebers übereinstimmen. Für den Inhalt
sind die Unterzeichner verantwortlich.
Die Redaktion behält sich die sinnwah-
rende Kürzung eingereicherter Artikel vor.

Erscheinungsweise

jährlich

Auflage

1.500
Nachdruck gegen Belegexemplare bei
Quellen- und Autorenangabe und nach
Rücksprache frei.

Layout/Gestaltung

GRAffisch
Kollektiv für Konzeption und Gestaltung
Susanne Rehfeld+ Sven Laubig
www.graf-fisch.de

Druck

Grafisches Centrum Cuno GmbH & Co. KG
Gewerbering West 27
39240 Calbe
www.vielfalt-durch-ideen.de

Klima-Logo

21
GUERICKE
forschen • vernetzen • anwenden



Wissen, wann *Du willst.*

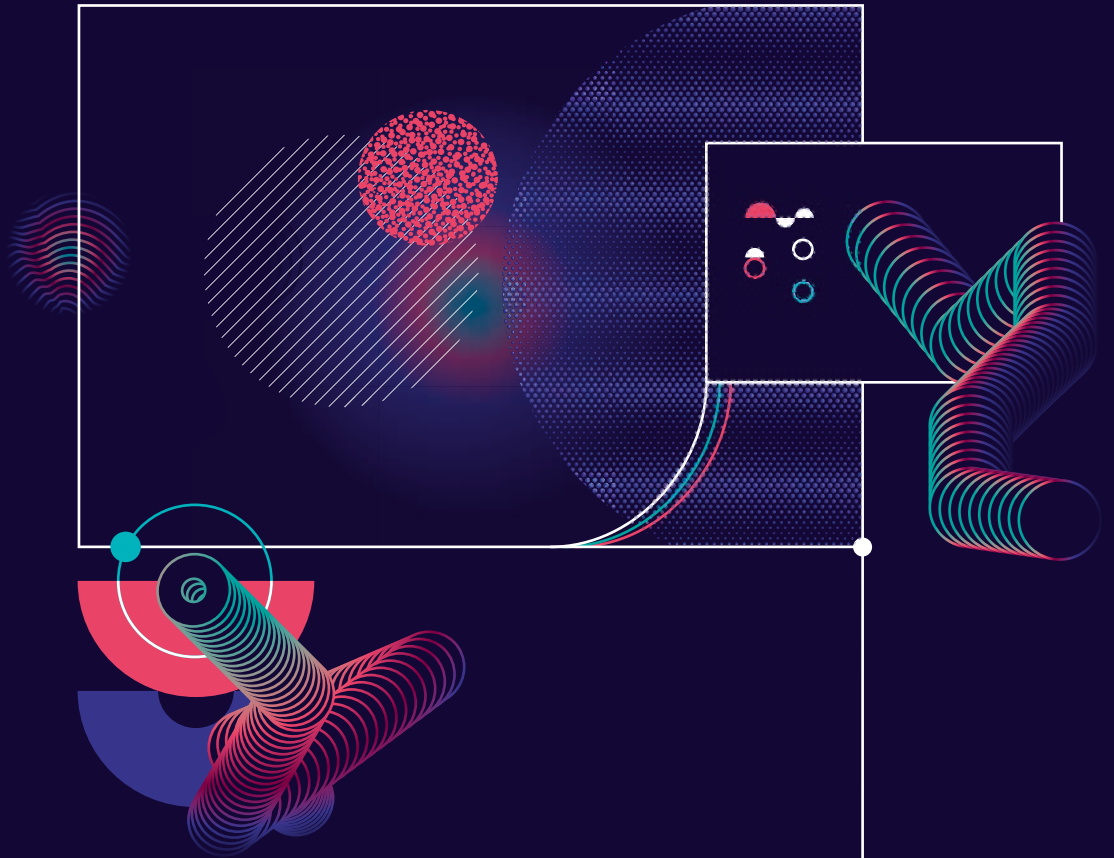
Der Wissenschaftspodcast der Uni Magdeburg.



OVGU
Podcast

Zu hören unter anderem auf Spotify, Apple- und Google-Podcast.

www.ovgu.de/wissenwannduwillst



Weitere Informationen unter:
www.ovgu.de/guericke