

15 GUERICKE

forschen+vernetzen+anwenden



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

Wenn aus Bakterien Implan-
tate werden – wie dynamisch
sind dynamische Systeme?

Auf der Suche nach
dem Glück – was kann
Glücksforschung leisten?

Fliegender Roboter
mit Gemeinnutz – gibt
es Schwarmintelligenz?



LIEBE LESERINNEN, LIEBE LESER,

*»Auf Versuche ist mehr Gewicht zu legen als auf das Urteil der Dummheit, welches immer Vorurteile gegen die Natur zu spinnen pflegt.«
Das sagte kein Geringerer als Otto von Guericke.*

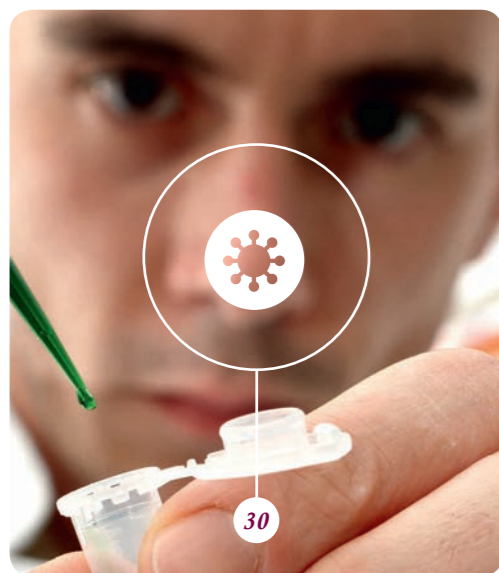
Und natürlich trägt auch unser erstes Forschungsmagazin seinen Namen. GUERICKE, das steht symbolisch für naturwissenschaftliche Neugier, Ingenieurkunst gepaart mit gesellschaftlicher Verantwortung und globalem Denken. Mit der ersten Ausgabe dieses Magazins möchten wir Sie informieren und zugleich neugierig machen auf die Universität Magdeburg als lebendige Forschungseinrichtung, die sich als Vorreiter technologischer Entwicklungen und als wichtiger Impulsgeber der Region versteht.

Wir erzählen, wie Mediziner und Neurowissenschaftler unserem Gehirn beim Denken zusehen, berichten von Ingenieuren und Biologen, die gemeinsam die Netzwerke unserer Zellen erkunden, zeigen intelligente Katheter, die Krankheitsherde finden, stellen Verfahrenstechniker vor, die durch Luftströme die Dosierung von Medikamenten steuern, besuchen Maschinenbauer, die sich der Wasserkraft verschrieben haben oder andere, die künftig beim Autofahren Zeitung lesen. Erfahren Sie, warum im Weltraum unser Immunsystem schwächelt, ob es wirklich eine Schwarmintelligenz gibt oder warum Mathematiker Krankheitssimulatoren entwickeln. Lesen Sie von Elektrotechnikern, die an der Energieversorgung der Zukunft bauen, von digitalen und virtuellen Ingenieuren, von Wirtschaftswissenschaftlern, die wissen, was wir einkaufen, bevor wir losgefahren sind oder erfahren Sie, wie Tangotanz beim gesunden Altern hilft.

Natürlich können die Beiträge in diesem Heft nur einen ersten Eindruck davon vermitteln, was Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unserer Universität durch ihre Neugier, ihre Visionen, Ausdauer, Willenskraft und durch ihren Teamgeist leisten ... Fortsetzung folgt!

»Es kommt nicht darauf an, mit dem Kopf durch die Wand zu rennen, sondern geduldig mit den Augen die Tür zu finden.« Mit diesem Satz des Ingenieurs Werner von Siemens möchten wir Sie herzlich zur Lektüre von GUERICKE 2015 einladen!

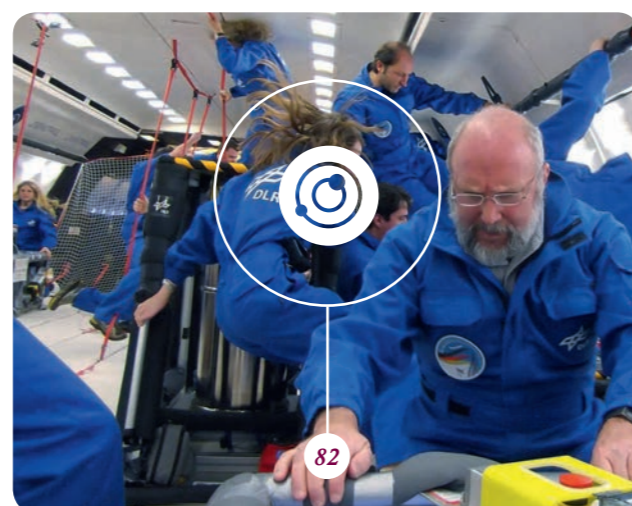
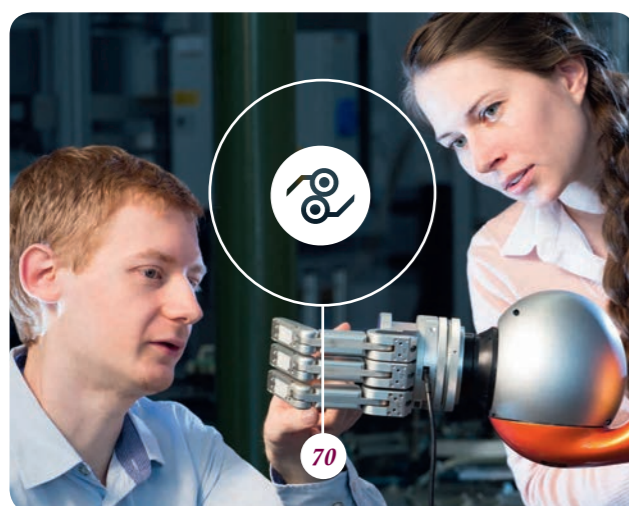
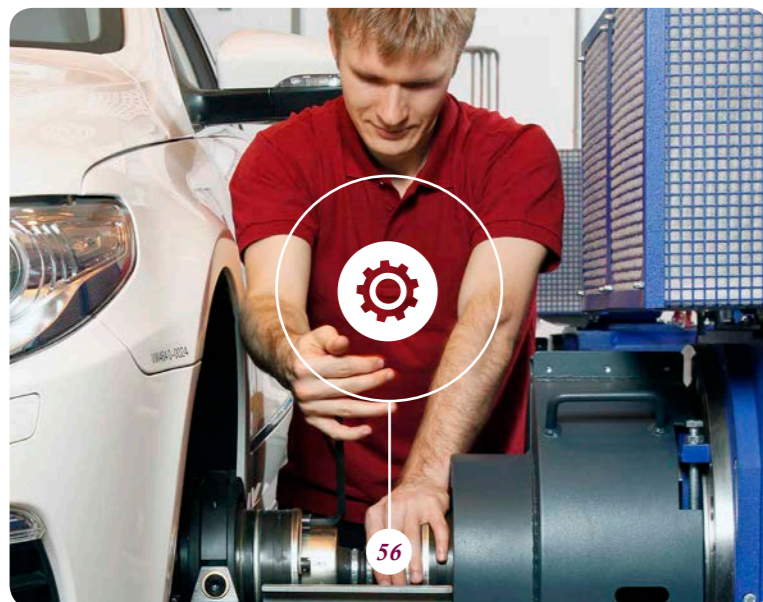
Ihr Prof. Dr. rer. nat. Volkmar Leßmann
Prorektor für Forschung, Technologie und Chancengleichheit



DAS FORSCHUNGSJAHR 2015

2015

im Überblick



1 Editorial

4 Grußwort des Rektors

6 »Was Häschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr!«
Hirnforscher entschlüsseln das komplexeste System des Universums

18 Komplexe dynamische Systeme sind allgegenwärtig
Wie können wir sie verstehen, gestalten und beherrschen?

30 Entzündung verstehen – Volkskrankheiten heilen!
Warum Mediziner die Kommunikation der Immunzellen enträtseln wollen

38 Der Unicampus als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft
Wie Forschungsergebnisse in den Unternehmen ankommen

42 Damit auf einen Schlag nicht alles vorbei ist
Leuchtturmprojekt für Medizintechnik der Zukunft

50 Auf die richtige Mischung kommt es an
Optimale Bedingungen für junge Wirbelschicht-Forscher

56 Warum Ingenieure auch von Pferden lernen können
Maschinenbauer tüfteln gemeinsam mit Partnern am Automobil des 21. Jahrhunderts

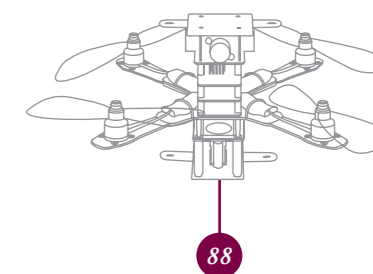
64 Wasser marsch!
Strömungsmechaniker optimieren innovative Kleinstwasserkraftwerke

70 Sicher mit Robohead
Digital Engineering schlägt eine Brücke zwischen Ingenieurwissenschaften und Informatik

76 Auf der Suche nach dem Glück
Magdeburger Soziologe definiert eine Glücksformel

82 MARS forscht schwerelos
Wissenschaftler experimentieren in der Schwerelosigkeit, um Rätsel der Biologie und Physik zu lösen

88 Fliegende Roboter mit Gemeinsinn
Informatiker der Magdeburger Universität suchen nach Wegen, Maschinen ein soziales Verhalten beizubringen



94 Medizinischer Rat vom Computer
Mathematiker und Ärzte der Magdeburger Universität bringen die personalisierte Medizin voran

100 Helles Ambiente sorgt für einen guten Umsatz
Marketingforscher analysieren die Wahrnehmung und das Kaufverhalten von Konsumenten

106 Sportlich gegen das Vergessen
Das Altern kann jedermann mit dem eigenen Lebensstil beeinflussen

112 Steckbriefe





LIEBE LESERINNEN,
LIEBE LESER,

Forschung an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Die Universität Magdeburg gehört zu den forschungsstarken Universitäten in Deutschland. Das zeigen einerseits die eingeworbenen Drittmittel: 55 Millionen Euro im Jahr 2014 - 25 Millionen Euro mehr als im Jahr 2007. Dazu leisten die Forschungsschwerpunkte einen signifikanten Anteil, aber auch internationale Leuchtturmprojekte wie der Forschungscampus STIMULATE.

Andererseits machen sich Forschungserfolge auch an der internationalen Sichtbarkeit fest, an Kooperationen mit Hochschulen rund um den Globus, an verlässlichen Netzwerken mit Forschungspartnern wie dem Leibniz-Institut für Neurobiologie, dem Deutschen Zentrum für Neurogenerative Erkrankungen, dem Institut für Wirtschaftsforschung, dem Helmholtz-Zentrum, mit Fraunhofer oder Max-Planck-Instituten.

Nicht zuletzt ist eine forschungsstarke Universität Magdeburg auch ein starker Partner der regionalen und überregionalen Wirtschaft. So kommt ingenieur- und naturwissenschaftliches Knowhow, aber auch universitäres gesellschafts- und wirtschaftswissenschaftliches Wissen in die Unternehmen.

Ein sichtbares Zeichen für unsere Forschungsstärke ist unser jährlich vergebener Forschungspreis. In diesem Jahr geht er an den Mathematiker Prof. Sebastian Sager. Der Europäische Forschungsrat hat ihm einen mit zwei Millionen Euro dotierten Consolidator Grant bewilligt und damit wissenschaftliche Exzellenz bescheinigt.

Prof. Sager und sein Team suchen nach mathematischen Lösungen für die personalisierte Medizin der Zukunft, die Ärzte bei Diagnose- und Therapieentscheidungen unterstützen. Mathematische Modelle werden künftig vorhandene individuelle Patientendaten zusammenführen und in Diagnose- und Therapieempfehlungen übersetzen.

Unsere Forscherinnen und Forscher, unsere starken Netzwerke und innovativen Partnerschaften haben das Potential, aber auch die Verantwortung, Vordenker für die Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen zu sein: sei es die Energiewende, die Folgen des demografischen Wandels, die Mobilität der Zukunft oder die Überwindung von Volkskrankheiten wie Schlaganfall oder Demenz. Die Universität Magdeburg wird Lösungen anbieten. Im Sinne unseres Namenspatrons Otto von Guericke werden wir unserer Rolle als innovativer Impulsgeber und Entwicklungsmotor auch in Zukunft gerecht.

Prof. Dr.-Ing. Jens Strackejan
Rektor



*'Was Hänschen
nicht lernt,
lernt Hans
nimmermehr?*

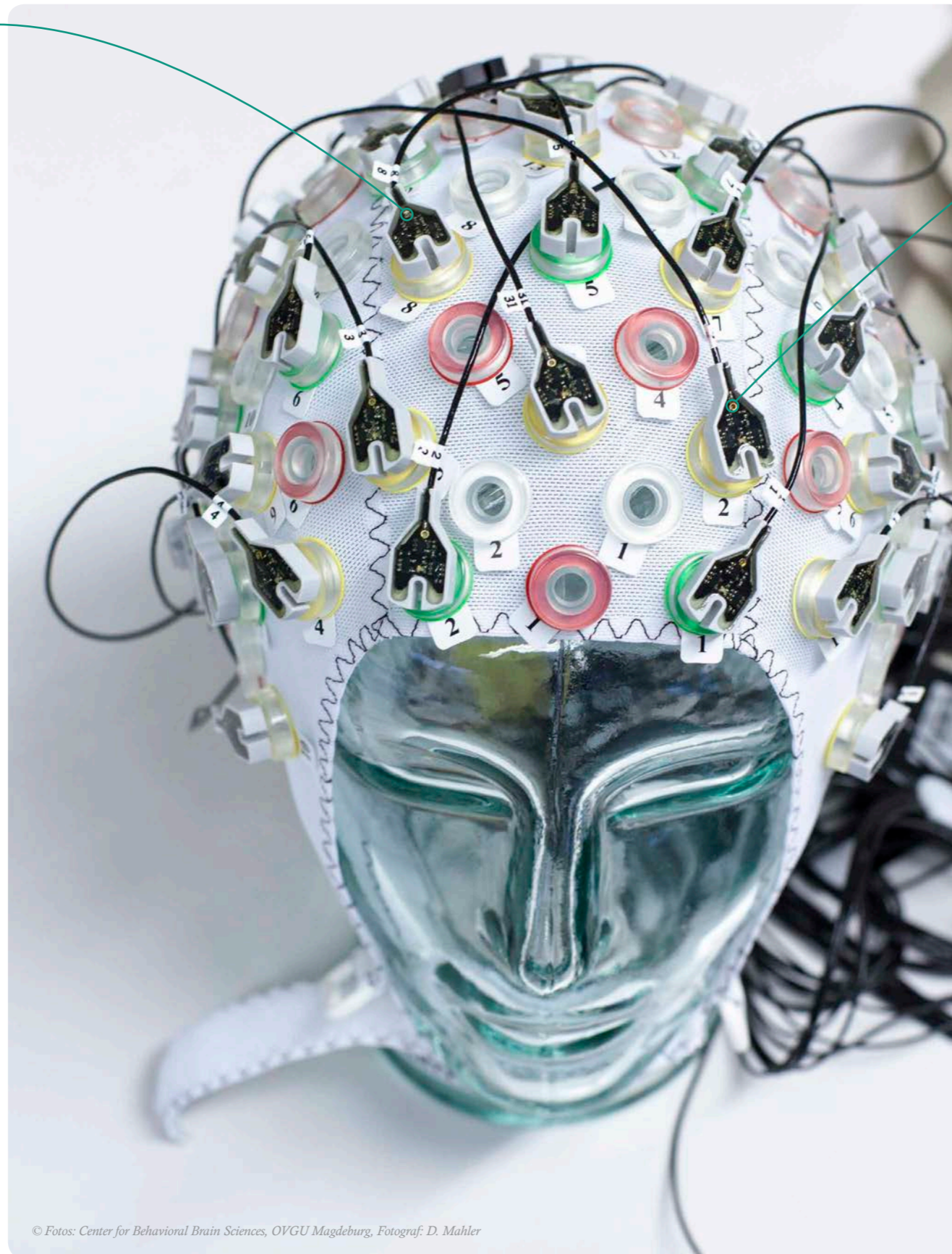


HIRNFORSCHER ENTSCHLÜSSELN
DAS KOMPLEXESTE SYSTEM DES UNIVERSUMS

KATHARINA VORWERK



Lebenslanges Lernen ist in unserer wissensbasierten Gesellschaft ein großes Thema. Aber wie funktioniert »Lernen« überhaupt? Wie entsteht unser »Verhalten«? Was sind die Ursachen für krankhaft verändertes Lernverhalten? Das Center for Behavioral Brain Sciences (CBBS) bietet jungen Wissenschaftlern eine Plattform, um das komplexeste bekannte System des Universums zu erforschen – das Gehirn.



© Fotos: Center for Behavioral Brain Sciences, OVGU Magdeburg, Fotograf: D. Mahler



»Jetzt strengt mal Eure kleinen grauen Zellen an«, sagt der Mathelehrer zu seinen Schülern, und in deren Hirnen fangen die Neuronen an zu feuern. In Sekundenschnelle kommunizieren sie miteinander, bauen Synapsen um und aktivieren ein ganzes Netzwerk, das nun bereit ist, die Signale zu empfangen, sie zu verarbeiten und weiter zu leiten. Das Gehirn analysiert, zieht Schlüsse und steuert das Verhalten der Mädchen und Jungen: Die einen sind ruhig und konzentriert, anderen kommen die Tränen, wieder andere zerknüllen wütend das Blatt Papier. Alle wollen die Aufgabe lösen, aber ihr Verhalten ist unterschiedlich.

Nach welchen Prinzipien filtert und verarbeitet das menschliche Gehirn Sinesindrücke und Informationen? Wie kann es unser Entscheidungsverhalten steuern? Sind kognitive Hirnprozesse auf technische Systeme übertragbar? – Fragen über Fragen, denn im menschlichen Gehirn – dem komplexesten System des uns bekannten Universums – gibt es noch viele unerforschte Areale.

In einem amerikanischen Science-Fiction-Film von 1966 lassen sich Wissenschaftler verkleinern und gehen mit einem U-Boot auf eine »Phantastische Reise« durch die Blutbahn bis in das Innere des Gehirns.

50 Jahre später ist die Technik soweit entwickelt, dass Magdeburger Forscher solche spannenden Exkursionen mittels Magnetresonanztomographie, Positronen-Emissions-Tomographie, Computertomographie und Einzelphotonen-Emissions-Computertomografie unternehmen können. Als 2004 einer der weltweit ersten 7-Tesla-Magnetresonanztomographen nach Magdeburg kam, begann eine neue Zeitrechnung im Bereich der medizinischen Bildgebung. Mit diesem Gerät lassen sich Hirnfunktionen des Menschen berührungslos und ohne Strahlenbelastung mit bis dahin unerreichter Genauigkeit untersuchen.

Neurowissenschaftler, Molekular- und Zellbiologen, Psychologen und Biomediziner, auch Ingenieure, Wirtschafts- und Geisteswissenschaftler schlossen sich 2007 zu einer gemeinsamen Mission zusammen und gründeten das Center for Behavioral Brain Sciences (CBBS). Was in der Utopie ein U-Boot war, ist in der Realität ein Forschungscampus. Auf seiner Methodik- und Technologieplattform treffen sich neurowissenschaftliche Grundlagenforschung und klinische Forschung. Das CBBS wird von der Otto-von-Guericke-Universität und vom Leibniz-Institut für Neurobiologie getragen. Auch Wissenschaftler vom Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen sind an den Forschungen beteiligt.



»In dem Forschungsverbund gehen alle Neurowissenschaftler dem einen großen Thema nach: Sie wollen das Verhalten und seine neurobiologischen Grundlagen erforschen. Auf dem Weg zu diesem Ziel werden Synergien und Ressourcen gemeinsam genutzt«, sagt Prof. Hans-Jochen Heinze, Direktor der Universitätsklinik für Neurologie. Und: »Wenn in der akademischen Welt von neurowissenschaftlicher Spitzenforschung, made in Sachsen-Anhalt' die Rede ist, dann im Zusammenhang mit Magdeburg.«

Prof. Hans-Jochen Heinze
Fotos: Center for Behavioral Brain Sciences,
OVGU Magdeburg, Fotograf: D. Mahler



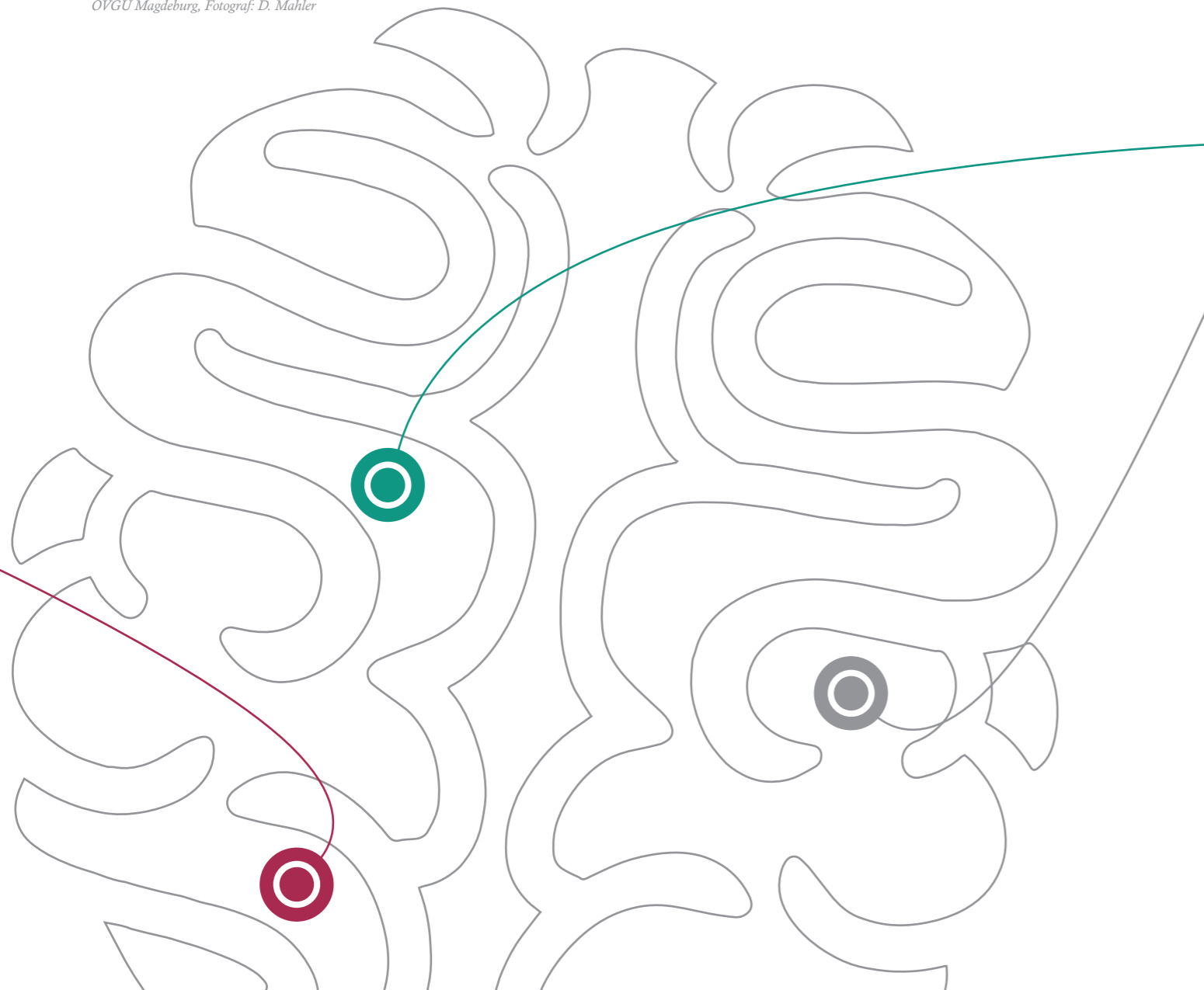
Prof. Tömme Noesselt
Fotos: Center for Behavioral Brain Sciences,
OVGU Magdeburg, Fotograf: D. Mahler

Ziel der Magdeburger »Forschungsreisenden« ist die Untersuchung von Lern- und Gedächtnisprozessen auf allen Ebenen des Gehirns – von molekularen und zellulären Prozessen über neuronale Netzwerke bis hin zur Analyse komplexer Verhaltensmuster. Von den Erkenntnissen wird jedermann profitieren. Denn »Lebenslanges Lernen« ist die Herausforderung unserer Zeit – aber wer will mit 50 noch genauso angestrengt pauken wie fürs Abitur? »Wir alle suchen nach Wegen, die uns das Lernen erleichtern. Die wissenschaftliche Hirnforschung kann dazu beitragen, die Bedingungen für das Lernen zielgruppengerecht zu gestalten«, sagt Prof. Tömme Noesselt, Leiter des Lehrstuhls für Biologische Psychologie. »Möglicherweise lassen sich Prozesse im Gehirn sogar auf Robotersysteme übertragen, die uns das Leben noch angenehmer machen.«

Prof. Eckart Gundelfinger
Fotos: Center for Behavioral Brain Sciences,
OVGU Magdeburg, Fotograf: D. Mahler



Auch für Patienten beispielsweise mit Depressionen, ADHS oder Parkinson ist jede neue Erkenntnis über die neurobiologischen Ursachen ihrer Krankheit ein Schlüssel zu besseren Behandlungsmöglichkeiten. »Das Gehirn spielt bei vielen Krankheiten eine zentrale Rolle. Es kann nicht nur selbst erkranken, sondern wird auch von körperlichen Krankheitsprozessen beeinflusst und kann auf deren Heilung einwirken. Wenn wir Therapiemöglichkeiten dafür finden wollen, dann müssen wir zunächst verstehen, welche Prozesse in seinem Inneren ablaufen«, sagt Prof. Eckart Gundelfinger, wissenschaftlicher Direktor des Leibniz-Instituts für Neurobiologie.





Doch zurück zur Expedition ins Innere des Gehirns: »Attention!« Die Stewardess bittet auf verschiedene Sprachen um Aufmerksamkeit. Kaum jemand hört hin und sieht nach vorn während sie Anweisung gibt, wie etwa die Atemmasken anzulegen sind oder wo sich die Schwimmwesten befinden. Anders ist es, wenn sich gerade ein Flugzeugunglück ereignet hat. Wohl jeder Passagier ist dann aufmerksam. Die Motivation ist eine andere.

Aufmerksamkeit beeinflusst sehr stark, was wir von unserer Umwelt wahrnehmen. Eine Gruppe Magdeburger Forscher geht den Fragen nach, auf welche Weise Motivation zu besseren Handlungs- und Lernergebnissen beiträgt und inwieweit Aufmerksamkeit und Belohnung zusammenhängen. Die Forscher aber wollen den Effekt von Belohnung unabhängig von der Aufmerksamkeit untersuchen: Ihre bisherige Erkenntnis: Aufmerksamkeit und Belohnung wirken gleichermaßen auf die Sehrinde im Gehirn, aber deren Kontroll-Kommandos sind unabhängig voneinander.

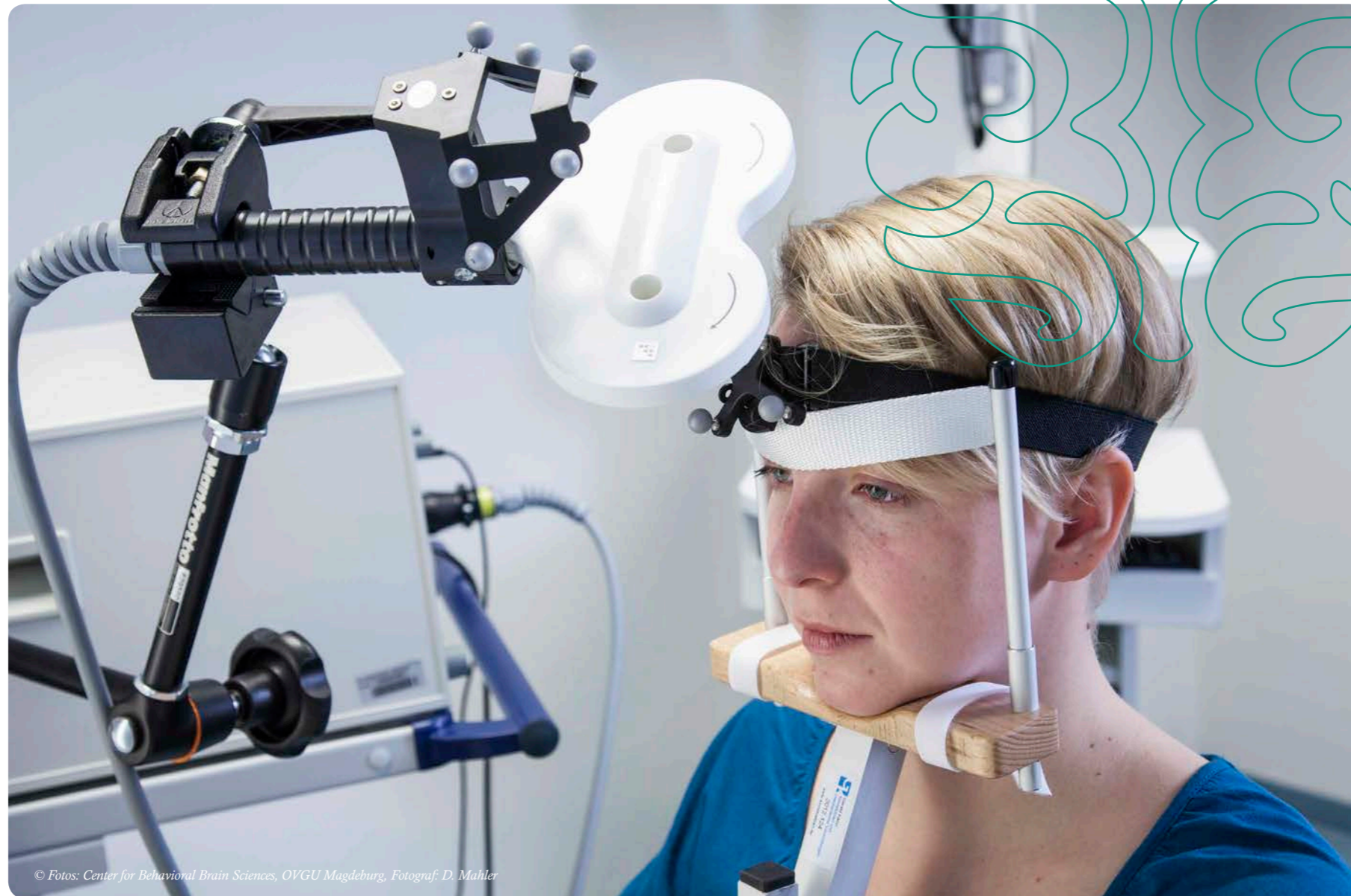
Auch das Hören ist ein wichtiger Sinn, der unser Gehirn zur Entscheidungsfindung veranlasst und möglicherweise zum Handeln. Aber auf welchen neurobiologischen Prozessen basieren Entscheidungen? Die Forscher wollen die komplizierten Verschaltungen der Nervenzellen entschlüsseln und die Zusammenhänge zwischen Hören, Handeln, Motivation und der Einspeicherung ins Gedächtnis besser verstehen, um beispielsweise Hirnstimulationstechniken zu entwickeln.

So viel haben die Forscher auf ihren bisherigen Expeditionen ins Gehirn herausgefunden: Das von Erwachsenen ist auf eine andere Art plastisch als das von Kindern. Die Nervenzellen von Erwachsenen sind von einer netzartigen Struktur umgeben, die bei Kindern erst aufgebaut wird. Nun soll erforscht werden, welche Rolle diese extrazelluläre Matrix aus Proteinen und Zuckerbausteinen beim Lernen spielt. Womöglich ist sie hinderlich, und 50-Jährige brauchen darum länger zum Vokabellernen als 10-Jährige? – Eine Forschergruppe hat sich diese Matrix genauer unter dem Mikroskop betrachtet und festgestellt, dass sie sich lokal zurück bauen kann und dass an diesen Stellen neue Synapsen entstehen. Man vermutet, dass der Botenstoff Dopamin an diesem Umbau beteiligt ist.





Wenn die Wissenschaft weiß, wie der Rückbau der Matrix und unser inneres Belohnungssystem funktionieren, könnten daraus Erkenntnisse über neue, individuelle Lernmethoden abgeleitet werden. An dieser Stelle setzt die Forschung auch an, wenn es um die Behandlung von Erkrankungen wie Parkinson, Depressionen oder posttraumatischen Belastungsstörungen geht. Parkinson entsteht durch das Absterben der Nervenzellen im Gehirn, die das Dopamin ausschütten. Dieser Botenstoff sorgt allerdings für eine Vielzahl von Körperreaktionen, etwa für die Feinmotorik oder die Körperbewegung, auch für Konzentrationsvermögen und psychischen Antrieb. Sobald eine Handlung ergebnisorientiert und abgeschlossen ist, sorgt das Dopamin für ein Glücksgefühl – und somit für Wohlbefinden und Lebensfreude.

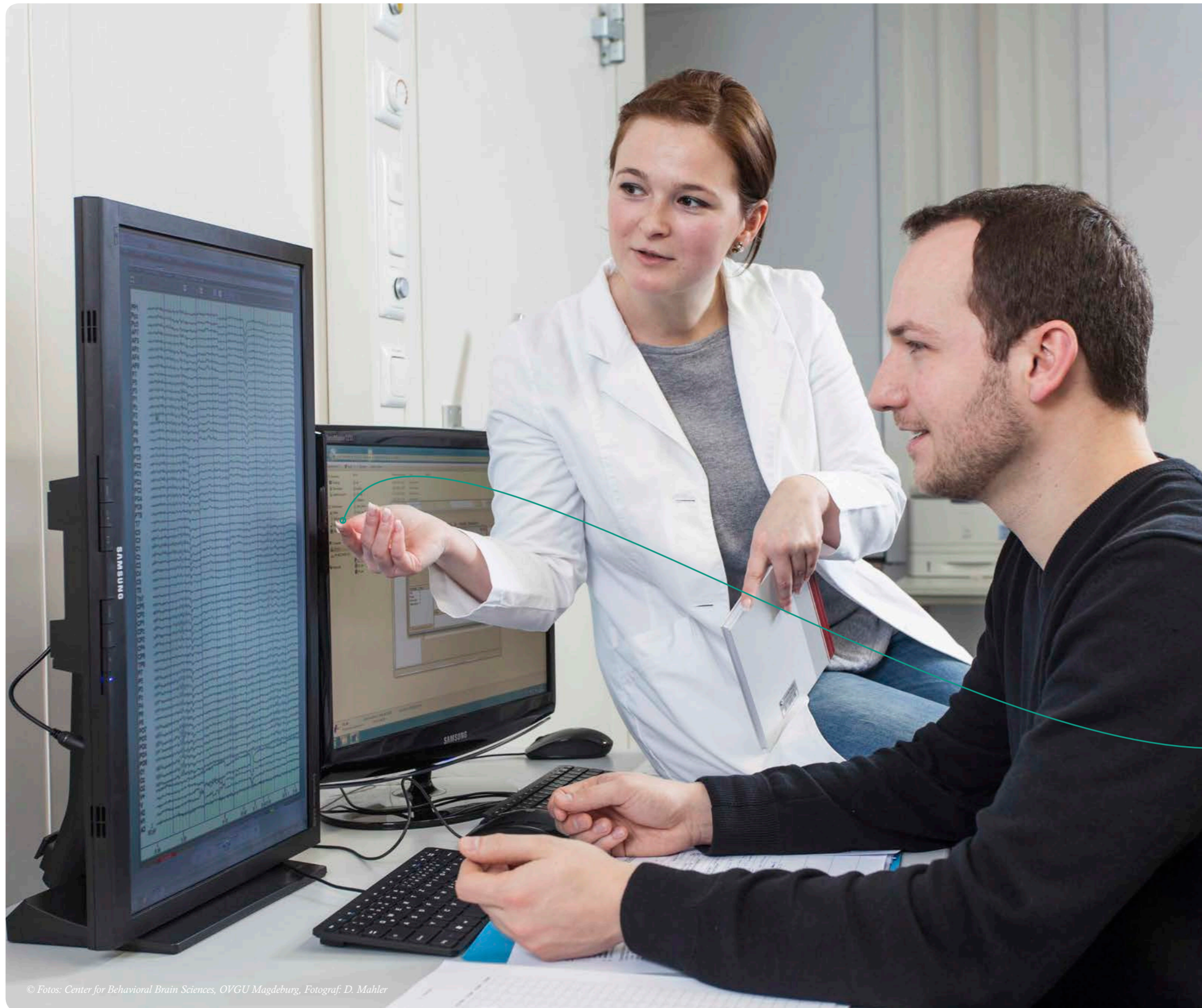


© Fotos: Center for Behavioral Brain Sciences, OVGU Magdeburg, Fotograf: D. Mahler



Durch den Ausfall von Dopamin können Parkinson-Patienten ihre Handlungen nur schwer kontrollieren und ausführen. Sie sind emotional nicht mehr in der Lage, sich zu freuen. Eine direkte elektrische Tiefenstimulation mit dem sogenannten Gehirn-Schrittmacher macht es möglich, die Aktivität der Nervenzellen in einem Kerngebiet des Gehirns, dem Nucleus subthalamicus, wieder anzuregen. Erste Forschungsergebnisse zeigen, dass neben den motorischen Fähigkeiten auch die kognitiven verbessert werden können. Die Wissenschaftler haben festgestellt, dass sich Lernvorgänge verändern, wenn dabei mit Belohnungs- und Bestrafungseffekten gearbeitet wird. Wenn sie die Belohnungsverarbeitung im Gehirn besser verstehen, schließt sich die Frage an, ob auch bei Kindern und Jugendlichen mit einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) Lernprozesse verbessert werden können.





Ebenso liegen die Depressionen im Fokus der Wissenschaftler. Deren Theorie ist es, dass bei einer psychischen Störung nicht das ganze Gehirn erkrankt, sondern nur einzelne neuronale Schaltzellen. Die »Forschungsreise« geht also zu den Zellen, die Hinweise auf Entzündungen geben und den Botenstoff Serotonin im Gehirn beeinflussen. Dieses »Wohlfühlhormon« spielt bei den Stimmungsschwankungen der Patienten eine große Rolle. Bisherige Therapien behandeln die Symptome, ohne die Ursachen wirklich zu kennen. Ebenso wenig sind die Mechanismen von Angststörungen und traumatischen Erlebnissen erkannt. Diese Expedition folgt den Spuren eines Proteins, das eine wichtige Rolle für das Furcht-Gedächtnis spielt: der hirneigene Wachstumsfaktor BDNF. Er ist an Lernprozessen und Gedächtnis beteiligt. Mit anderen Worten: Angsterkrankungen sind auf ein fehlgeleitetes Furchterlernen zurück zu führen. Auch hier bestehen Aussichten auf neue Therapien, wenn die Wissenschaftler mit neuen Erkenntnissen im Gepäck von ihrer Forschungsreise zurückkehren.



Apropos Reise: Wer jetzt neugierig geworden ist, kann selbst eine Expedition ins Innere des menschlichen Gehirns unternehmen. Das CBBS hat in der Dauerausstellung des Magdeburger Jahrtausendturms alles dafür vorbereitet.



*'Komplexe
dynamische
Systeme sind
allgegenwärtig*



WIE KÖNNEN WIR SIE VERSTEHEN,
GESTALTEN UND BEHERRSCHEN?

KATHARINA VORWERK



»Komplexe dynamische Systeme begegnen uns vielfach in Natur und Technik. Sie sind gekennzeichnet durch viele Komponenten, die – oft über mehrere Ebenen hinweg – in Wechselwirkung miteinander stehen. Ein typisches Beispiel dafür sind biologische Zellen.

Sie bestehen aus einem weit verzweigten Stoffwechselnetzwerk und einem hochkomplexen Regulationsnetzwerk, das den Stoffwechsel steuert und ihn beispielsweise an veränderte Umgebungsbedingungen anpasst, um so das Überleben der Zelle zu sichern«, so Prof. Achim Kienle vom Forschungszentrum Dynamische Systeme (CDS).



Prof. Achim Kienle
Foto: Bastian Ehl



Und so ähnlich sind auch chemische Produktionsprozesse und moderne Energiesysteme organisiert. Unterschiedliche Prozesse der Stoff- und Energiewandlung stehen in intensiver Wechselwirkung und müssen auf geeignete Weise koordiniert werden. Um das Zusammenspiel der einzelnen »Player« in solchen komplexen dynamischen System besser verstehen und optimal gestalten zu können, werden im Forschungszentrum Dynamische Systeme CDS geeignete Werkzeuge und Methoden entwickelt und auf spannende Fragestellungen aus den Bereichen Prozess-, Bioprocess- und Energietechnik sowie Biomedizin angewendet.

WIE NACHWACHSENDE ROHSTOFFE DIE CHEMISCHE INDUSTRIE REVOLUTIONIEREN UND AUS BAKTERIEN VERTRÄGLICHE MEDIZINIMPLANTATE WERDEN

Die Grundlage der meisten chemischen Produktionsprozesse bildet heute noch größtenteils Erdöl und Erdgas. »Begrenzt verfügbare Ausgangsstoffe, dazu teuer in der Förderung und Verarbeitung. Mit großem Aufwand machen wir aus ihnen Kunststoffe, Waschmittel oder Medikamente«, so Prof. Achim Kienle vom Institut für Automatisierungstechnik der Universität Magdeburg.« Noch, so der Elektrotechniker, denn irgendwann sei Schluss mit ihrer Verfügbarkeit. Darum arbeiten die Wissenschaftler der Universität Magdeburg innerhalb des Forschungsschwerpunktes Dynamische Systeme CDS an einer Alternative: sie wollen neue Produktionsverfahren auf der Basis nachwachsender Rohstoffe entwickeln.

Dazu wollen sie in wohlkalkulierten und berechneten Verfahren bestimmte organische Basischemikalien aus Kohlenwasserstoffen so miteinander verbinden, dass neue Eigenschaften entstehen.



Allein: Die Bereitschaft dieser Stoffe, sich mit anderen Reaktionspartnern zu mischen, ist äußerst begrenzt. Um sicherzustellen, dass die Kohlenwasserstoffe ihre Abneigung aufgeben und voller Tatendrang neue Gemeinschaften und Einheiten bilden, müssen die Forscher geeignete Hilfsstoffe einsetzen und Prozesse gezielt steuern. Das ist leichter gesagt, als getan. Denn diese Steuerung ist ein interdisziplinäres Gemeinschaftswerk, zu bewältigen nur durch die Verbindung von praktischen Experimenten mit theoretischen Berechnungen: die aufwändigen Untersuchungen der Chemiker im Labor- und Technikumsmaßstab werden mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden der Systemtechnik kombiniert. »Wir brauchen die Mathematik, die Prozesse analysieren, modellieren und optimieren kann, die Informatik, die simulieren kann, die Elektrotechnik, die steuert und regelt und die Verfahrenstechnik, die Versuchspläne austüftelt«, so Kienle. Zahlen, Formen und Algorithmen können verlässlich beschreiben, wie chemische Prozesse in ineinandergreifen, sich beeinflussen und das Ergebnis bestimmen.

Doch neben neuartigen chemischen Produktionsprozessen wollen die Wissenschaftler auch neue biotechnologische Produktionsverfahren entwickeln, um maßgeschneiderte Kunststoffe, so genannte Biopolymere zu erhalten. »Wir kennen eine Vielzahl von Mikroorganismen, mit Hilfe derer wir diese Biopolymere produzieren können. Die ähneln dann in vielen Aspekten den erdöl-basierten Kunststoffen, sind aber biologisch abbaubar und biokompatibel und stellen eine absolut vielversprechende Alternative für die Herstellung von Implantaten und Prothesen in der Medizintechnik dar«, so Kienle. Denn je nach Zweck und Umgebung am und im Körper seien extrem unterschiedliche und Materialien erforderlich: geht es um belastbare Verbindungen in Gelenken oder biegsame Stents für Gefäße? Die Eigenschaften von Implantaten können die Wissenschaftler durch die Struktur der erzeugten Biopolymere exakt bestimmen und durch Zugabe der verwendeten Substrate im Bioreaktor steuern. In Modellen entwickeln sie genaue »Zufütterungsstrategien« und können gewünschte Eigenschaften vorhersagen und berechnen. Wenn es ihnen gelingt, die als Biopolymersynthese bezeichneten Vorgänge in den Zellen verlässlich zu beschreiben und gezielt zu steuern, können aus Mikroorganismen Medizintechnik werden.





ENERGIERIEGEL AUS WINDKRAFT ZUR STROMSPEICHERUNG

Das Wissen um die Mechanismen in dynamischen Systemen hilft auch, die von der Politik ausgerufene Energiewende zu meistern. Denn sie kommt: kein Tag, an dem wir nicht etwas über die Fortschritte oder aber auch Rückschläge auf dem Weg zu einem nachhaltigen Energiesystem lesen können. Das WAS ist also klar, indes, um das WIE wird noch gestritten. Welche erneuerbaren Energien werden die Hauptquellen eines künftigen Versorgungssystems sein und: wird die Energiewende bei steigenden Kosten für die Endverbraucher überhaupt Akzeptanz in der Bevölkerung finden? Der Verfahrenstechniker Prof. Dr.-Ing. Kai Sundmacher, Leiter des Lehrstuhls für Systemverfahrenstechnik der Universität Magdeburg und Leiter der Abteilung Process Systems Engineering am Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg, hat beim Thema Energiewende aber eine noch weitaus kompliziertere Frage zu klären: Welche Technologie macht es uns Menschen möglich, künftig erneuerbare Energie aus Wind, Sonne oder Biomasse in andere Produkte umzuwandeln, zu speichern und anderen Nutzungssektoren zuzuführen? Wie können wir die durch zahllose Windräder oder in großen Biogasanlagen erzeugte Energie gleichsam in später abrufbare »Energieriegel« stecken, die wir dann auspacken, wenn wir sie an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit benötigen? Und wie kann man Energiewandlungstechnologien konzipieren, die unter dynamischen Betriebsbedingungen zuverlässig und zugleich wirtschaftlich funktionieren? Fragen, die beantwortet werden müssen. Denn wir haben bereits jetzt viel mehr Energie, als wir verbrauchen können, meint der Verfahrenstechniker Kai Sundmacher.



Kai Sundmacher
Foto: Bastian Ehl

»In Deutschland brauchen wir jährlich elektrische Leistung in der Größenordnung von 60 bis 80 Gigawatt. Die installierten Stromerzeugungskapazitäten sind aber mit über 167 GW pro Jahr schon deutlich größer. Davon kommen 42 Prozent von fossilen Energieträgern wie Steinkohle, Braunkohle oder Erdgas, 9 aus Kernkraftwerken, 32 aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen und 17 Prozent aus Wasserkraft, Biomasse und anderen speziellen Anlagen. Für das Jahr 2020 sind Kapazitäten von weit über 100 GW allein aus Windkraft und Photovoltaik prognostiziert«, so der Ingenieur. »Die nahezu vollständige Stromversorgung aus erneuerbaren Energien ist also keine Zukunftsvision mehr, sondern sie liegt bereits in Sichtweite.«

Doch, um eine sichere Versorgung zu gewährleisten, um jederzeit und an jedem Ort soviel Strom zur Verfügung stellen zu können, wie wir brauchen, müsste, erstens, das elektrische Netz zielgerichtet ausgebaut werden und müssten, zweitens, Stromspeicher in das System integriert werden, die eine längere Flaute ausgleichen könnten. Denn für eine Stromspeicherung über Wochen und Monate seien hohe Energiedichten nötig, wie sie nur mit energetisch hochwertigen Substanzen erreicht werden könnten: also Wasserstoff, Erdgas oder flüssige Kohlenwasserstoffe. »Darum müssen wir dringend die wissenschaftlichen Grundlagen für innovative Technologien erarbeiten, mit denen sich elektrische Energie ohne große Verluste schnell in chemische Substanzen umwandeln lässt.« Wasserstoff genießt bei diesen Überlegungen für die Wissenschaftler eindeutig Vorrang, denn er lässt sich recht effizient und hochdynamisch mittels Elektrolyse aus elektrischer Energie erzeugen. »Im Idealfall können durch die Elektrolyse 83 Prozent der zugeführten Energie im Wasserstoff gespeichert werden«, so Ingenieur Sundmacher. Doch wie das so ist mit dem Idealfall, er findet in der Realität selten oder gar nicht statt. In richtigen Leben sinkt der Wirkungsgrad bei diesem Prozess auf 60 bis 70 Prozent. Es wird also eine neue Generation an Elektrolyseuren benötigt. Dafür arbeiten die Wissenschaftler in Magdeburg bereits an verbesserten Materialien und an einem neuen Design der Elektrolysezellen.

Die zweite Möglichkeit der Energiespeicherung bietet Methan mit immerhin der dreifachen Energiedichte wie Wasserstoff. Man könnte also Speichervolumen einsparen, müsste quasi nur ein Drittel eines Energieriegels verbrauchen. »Für Methan spricht außerdem, dass eine komplette Infrastruktur für die Verteilung, Speicherung und Nutzung von Erdgas zur Strom- und Wärmeerzeugung in Deutschland existiert«, so Kai Sundmacher. »Auch mit Erdgas betriebene Fahrzeuge sind bereits verfügbar. Also, warum nicht über die Umwandlung des Elektrolyse-Wasserstoff in Methan nachdenken?« Die Umwandlung von Wasserstoff in Methan sei zwar mit zusätzlichen, thermodynamisch unvermeidlichen Verlusten des technisch nutzbaren Energieanteils verbunden, so Sundmacher, »unsere Computersimulationen haben aber gezeigt, dass diese Verluste durch geschicktes Temperaturmanagement auf deutlich reduziert werden könnten.«

Als dritte Quelle für mögliche stromspeichernde »Energieriegel der Zukunft« haben die Magdeburger Wissenschaftler Biogas im Blick. Es enthält etwa zur Hälfte Kohlendioxid. Statt dieses Kohlendioxid mittels komplizierter Prozesse aus dem Biogas abzutrennen und in Methan umzuwandeln, kann durch Elektrolyse erzeugter Wasserstoff direkt in einen Biogas-Fermenter dosiert werden. Die dort existierende Bakterienpopulation ist dann durchaus in der Lage, den zugeführten Wasserstoff mit dem in der Biogasanlage gebildeten Kohlendioxid in Methan umzuwandeln. »So könnten wir ein Biogas generieren, das außer Spuren anderer Komponenten fast nur noch feuchtes Methan enthält,« so der Wissenschaftler begeistert. »Diesen Effekt haben nicht nur eigene Computersimulationen gezeigt. Es existieren auch experimentelle Belege dafür, dass eine solche Bio-Methanisierung mikrobiologisch machbar und technisch nutzbar wäre.«





Doch um solcherart Prozesse künftig entwickeln, abbilden und steuern zu können, müssen auch hier die Mathematiker ran. »Wir versuchen, durch mathematisch modellierte Prozessabläufe die Eigendynamik der Biomassezerersetzung zu Biogas so zu beeinflussen und zu regulieren, dass die Entstehung unseren Bedürfnissen und nicht denen der dort arbeitenden Bakterien-WG folgt.« Das heißt konkret: Die unterschiedlichen zahllosen Bakterien-Bewohner einer Biogasanlage interagieren, haben gegenseitige Abhängigkeiten, leben in einer Gemeinschaft. Infolge unausgeglichener Interessen der Partner, sinkt der pH-Wert innerhalb der Anlage und die Biogasproduktion wird buchstäblich »sauer«. Verständlicherweise sind die Betreiber von Biogasanlagen darum sehr an einer einvernehmlichen und sich gegenseitig fördernden Nachbarschaft der Mikroorganismen interessiert. Und genau dort setzen die Magdeburger Wissenschaftler an: Durch mathematische und experimentelle Berechnungen wollen sie die Situation analysieren, um anschließend gezielt in die Prozesse einzugreifen und die Situation zu optimieren. So verstehen sie die gegenseitigen Abhängigkeiten der einzelnen Mikroorganismen und sorgen für ein friedvolles, effizientes Miteinander für eine gelungene Energiewende.

DIE GRAMMATIK DER MOLEKÜLE ZEIGT UNS DEN WEG ZUR PERSONALISIERTEN MEDIZIN

»Wir wissen also inzwischen, dass nicht nur Menschen, sondern auch Mikroorganismen und Zellen kommunizieren. Diese dynamischen Systeme benutzen aber statt Buchstaben und Worte andere Signale. Um mitreden zu können, müssen wir Wissenschaftler diese Grammatik verstehen lernen, dann können wir gezielt in die Kommunikation eingreifen und Botschaften in diese Systeme senden.« Prof. Michael Naumann ist seit Jahren der Grammatik der Moleküle auf der Spur. Sein kurzfristiges Ziel ist der reine »Spracherwerb«. Doch dann folgt das für ihn eigentlich Faszinierende:

Prof. Michael Naumann



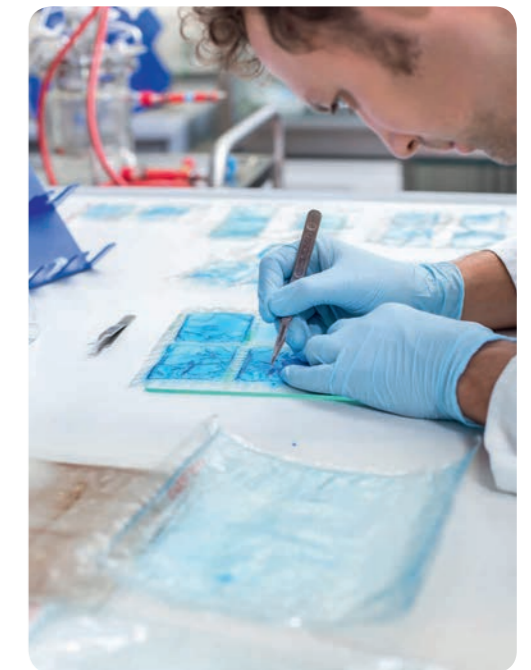
»Wenn wir verstehen, wie die Kommunikation innerhalb und zwischen Zellen funktioniert, wenn wir vor allem herausfinden, wie es zu Missverständnissen, Kommunikationsfehlern und falschen Signalübertragungen kommt, können wir gezielt eingreifen. Denn, wenn der »Gesprächsfaden« abreißt, wenn Signale fehlinterpretiert oder wichtige Botschaften nicht ausgesendet werden oder an den falschen Empfänger gelangen, dann hat das schwerwiegende Folgen«, so der Biologe Naumann.

Der Mensch wird krank. Sehr krank, denn die Fehlinterpretationen von Zellen können zu Krebs, Herz-Kreislauf- und Lungenerkrankungen, sowie Nierenerkrankungen führen. Langfristiges Ziel des großen Lauschangriffs von Prof. Naumann und seines Teams ist es also, herauszufinden welche Regulationsvorgänge im Krankheitsfalle außer Kraft gesetzt sind und welche veränderten, fehlgeleiteten biomedizinisch-relevanten Prozesse dann stattfinden. Und vor allem möchte er herausfinden, wie wir durch gezielte Intervention in die gestörte Verständigung dieses dynamischen Systems eingreifen können und so Krankheiten heilen oder sie gar nicht erst entstehen zu lassen.

Dazu hat das Team um Prof. Lavrik, Professorin für Translationale Entzündungsforschung am Institut für Experimentelle Innere Medizin, den Blick fokussiert auf ein Spezialprogramm unseres Körpers gerichtet, der als programmierter Zelltod bezeichnet wird. Wissenschaftlich Apoptose genannt, steht der Begriff aus dem Griechischen fallende Blätter. Wie diese den Jahreszeiten, folgt der programmierte Zelltod einem komplexen, jedoch höchst geordneten Programm, das die Zelle in den Tod treibt: sie schrumpft, an der Zellmembran bilden sich blasenförmige Ausbuchtungen und die DNA bricht in Stücke.

Klingt bedrohlich, sichert aber unser Überleben. Denn der programmierte Zelltod ist die Voraussetzung dafür, dass sich der menschliche Organismus in spezialisierte Gewebe differenzieren kann. So entstehen beim menschlichen Fetus die fünf Finger nur, weil die Zellen zwischen ihnen absterben. Die Apoptose ist zudem wesentlich bei der Beseitigung schädlicher Zellen. Täglich sterben auf diese Weise im menschlichen Körper mehrere Gramm Zellen ab. Doch wer oder was bestimmt, welche »Die Verständigung darüber, welche Zelle programmiert abstirbt und welche überlebt wird von einer komplexen Signalübertragung molekularer Informationen kontrolliert«, so die Biochemikerin Inna Lavrik, Professorin für Translationale Entzündungsforschung am Institut für Experimentelle Innere Medizin. Die Dosis macht das Gift. »Ist die Informationsübertragung fehlerhaft, können entweder durch ein Zuviel an Zellüberleben und ein daraus folgendes Zuwenig an Zelltod Krankheiten entstehen.« Bei Patienten die unter chronischen Darmentzündungen, Nierenentzündungen, Verkalkung der Herzerterien oder Krebserkrankungen leiden, findet also zu wenig Zelltod statt. Das unkontrollierte Wachstum eines Tumors ist einer fehlerhaften Informationsübertragung in der Krebszelle geschuldet: die bösartigen Zellen werden nicht eliminiert und können sich unkontrolliert Vermehren.

Diese Zusammenhänge sind den Wissenschaftlern bekannt. Aber: wann und warum wird das Todesprogramm Apoptose aktiviert? »Wir wissen inzwischen, dass der programmierte Zelltod auch durch äußere Einflüsse beeinflusst wird, zum einen von so genannten Todesrezeptoren, zum anderen durch Signale, die von bestimmten Bausteinen der Zellen, den Mitochondrien, gesendet werden,« so Prof. Lavrik. Empfangen Zellen dieses Todessignal, werden Enzyme aktiviert, die wiederum in der



Lage sind, in der Zelle über tausend verschiedene Proteine zu spalten. Das Ergebnis: die Zelle zerstört sich quasi selbst. Enzyme sind somit die wichtigsten Vollstrecker des Todesprogramms. »Durch eine Reihe von Faktoren, wie UV-Strahlung oder einen Mangel an Wachstumsfaktoren, werden sie von den Mitochondrien freigesetzt. Dadurch werden letztlich zelluläre Prozesse ausgelöst, die zur Fragmentierung des Zellskeletts führen. Alle diese Veränderungen zeigen dramatische Folgen und verursachen letztlich den Tod der Zellen.« Können sich unsere Zellen vor zufälligem Sterben schützen? Verfügt das dynamische System ZELLE über Möglichkeiten und Strategien, dem ungewollten Zelltod zu entgehen? Ja, lautet die erleichternde Antwort von Prof. Lavrik. Die Zelle schützt sich vor ungewollten Zelltod durch Proteine, die die Fähigkeit besitzen, die todesbringenden Enzyme zu blockieren.



DIE BESONDERE EIGENSCHAFT DER ZELLE

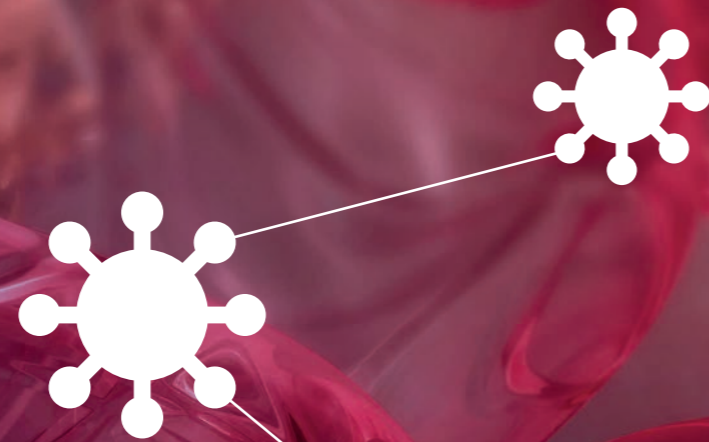
Die besondere Eigenschaft der Zellen, sich selbst nach einem definierten und auf vielen Ebenen regulierten zellulären Programm zu töten, inspirierte die Wissenschaftler, die tödlichen Signalwege mit systembiologischen Methoden zu untersuchen. Die Entscheidung über Leben und Tod kann eine Zelle auf mehreren Ebenen treffen: auf Ebene der Todesrezeptoren, der Enzym-Aktivierung oder auch anderer Signale. »Dabei ist aus systembiologischer Sicht interessant, ob es einen Punkt gibt, an dem sich das einmal ausgelöste Programm nicht mehr stoppen lässt und welche Stärke des Signals zum Zelltod führt.« Dazu entwickelten die Wissenschaftler mittels gewöhnlicher Differentialgleichungen ein mathematisches Modell, das die biochemischen Reaktionsnetzwerke der Zellen, Abhängigkeiten und Regulationswege in Zahlen und Formeln umwandelt und es so verlässlich abbildet. Die Mathematik fand die Antwort auf die Frage, welche Menge an Proteinen den Zelltod hervorrufen oder eben verhindern: die Entscheidung zwischen Leben und Tod ist eine Frage der Protein-Konzentrationen. »Dieses systembiologische Modell hat sich als viel versprechender Ansatz erwiesen, um die Signalwege und Mechanismen des programmierten Zelltods besser zu verstehen.

Unsere Forschung zielt nun darauf ab, Schlüssel-moleküle des programmierten Zelltods und des Zellüberlebens zu identifizieren, die für die Entscheidung über Leben und Tod in gesunden wie in veränderten Zellen verantwortlich sind.« Hierzu zähle auch das Design und die Erprobung von passgenau einsetzbaren Medikamenten, so Naumann. »Wenn wir also die Kommunikationsprozesse in dynamischen Systemen verstehen, wenn wir Zielstrukturen in den Zellen ausfindig machen, an die wir direkt entzündungshemmende Wirkstoffe oder Impfstoffe andocken, dann können wir künftig chronische Entzündungen und Krebserkrankungen individuell dosiert und personalisiert heilen.«

Jeder Mensch kann dann als Individuum die Wirkstoffe in der Menge bekommen, die sein Körper wirklich braucht. »Unser Ziel sind Medikamente und Therapien, die keine Konfektionsware sind, sondern eher handgemachte, personalisierte Einzelstücke. Ausgehend von der genauen Beobachtung der molekularen Interaktionen und Kommunikation von Zellen, ziehen wir Rückschlüsse auf das Funktionieren bestimmter Organe und können zielgerichtet intervenieren und die entzündliche Prozesse als Ursache vieler Erkrankungen gar nicht erst entstehen lassen, bzw. heilen!«



»Zukünftig wollen wir auf Basis von Computerberechnungen synthetische biologische Produktionssysteme quasi entwerfen und der Natur nachbauen. Das ist die Basis für alle biotechnologischen Verfahren der Zukunft«, so Verfahrenstechniker Kai Sundmacher. »Wenn wir verstehen, welche Regulatoren für einen reibungslosen Ablauf von Prozessen in der Zelle sorgen, dann können wir sie gezielt beeinflussen, simulieren und unseren Bedürfnissen anpassen.«
Dann werden aus Bakterien Biokunststoffe, aus Mikroorganismen Kraftstoff oder aus Biomarkern Zielstrukturen für Medikamente.



' »Entzündung
verstehen –
Volkskrankheiten
heilen«



WARUM MEDIZINER DIE KOMMUNIKATION
DER IMMUNZELLEN ENTRÄTSELN WOLLEN

VON DR. MARTINA BEYRAU



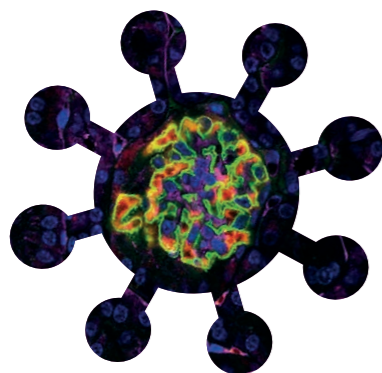
Name der abgebildeten Person
Foto: Name des Urhbers

»Den meisten Menschen ist klar, wozu wir ein Herz benötigen. Doch die wenigsten wissen, dass wir ohne unser Immunsystem nur wenige Tage überleben würden.«, so Prof. Burkhard Schraven vom Institut für Molekulare und Klinische Immunologie.

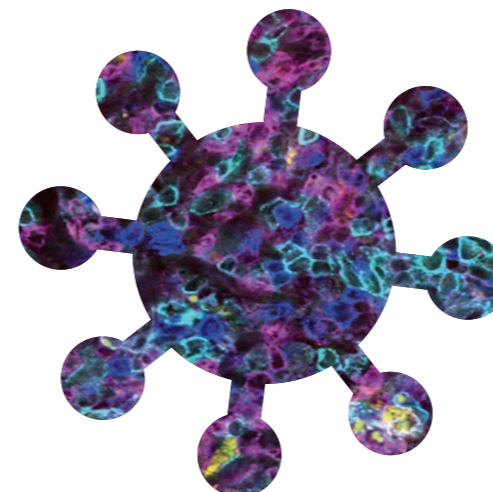
Dies wurde bereits im Jahr 1898 von H. G. Wells im Drama »Krieg der Welten« beschrieben: Marsmenschen überfallen die Erde, die Menschheit hat ihnen nichts entgegenzusetzen. Doch nach wenigen Tagen gehen die Marsmenschen elend zu Grunde, denn sie besitzen kein Immunsystem, welches sie vor dem permanenten Angriff durch Bakterien und anderen krankmachenden Keimen, die auf der Erde heimisch sind, schützt.

Normalerweise nehmen wir die Tätigkeit des Immunsystems nicht wahr. Kein Wunder, denn die Hauptakteure – die weißen Blutkörperchen oder Leukozyten – sind mikroskopisch klein. Dennoch erfüllen sie vielfältige Aufgaben, wobei die wichtigste die Abwehr von Viren, Bakterien und anderen Krankheitserregern ist. Doch auch bei der Unterdrückung von Krebserkrankungen spielt das Immunsystem eine wichtige Rolle. Es erkennt bösartige körpereigene Zellen und beseitigt sie. Das Immunsystem ist also unser Bodyguard, es passt an 365 Tagen im Jahr auf, dass wir gesund bleiben. Wenn jedoch das Immunsystem außer Kontrolle gerät, dann wandelt es sich vom Bodyguard zur Büchse der Pandora. Die Folge sind Autoimmunerkrankungen wie Multiple Sklerose, Diabetes mellitus, rheumatoide Arthritis oder entzündliche Darmerkrankungen, bei denen das Immunsystem körpereigene Zellen zerstört.

Man kann das Immunsystem mit der Polizei vergleichen: Neutrophile und Monozyten gehören zur angeborenen Immunabwehr. Als ultraschnelle Eingreiftruppe bekämpfen sie Krankheitserreger sofort und effektiv, aber relativ unspezifisch. Fehlen diese Zellen, breiten sich insbesondere bakterielle Infektionen im Körper ungehindert aus. Die T- und B-Zellen hingegen gehören zur erworbenen Immunabwehr. Sie sind bestens ausgebildete Spezialeinheiten, die ganz gezielt bestimmte Krankheitserreger oder Krebszellen bekämpfen. Und nicht zuletzt sind sie der Computer, der die Daten polizeibekannter Eindringlinge speichert, damit Wiederholungstäter noch schneller unschädlich gemacht werden können.



Nur eine reibungslose Kommunikation zwischen all diesen Einheiten gewährleistet, dass das Immunsystem seine Aufgaben ordnungsgemäß erfüllt. Jede Störung der Kommunikation führt zu Fehlfunktionen und Krankheiten. Auf der anderen Seite eröffnet die medikamentöse Beeinflussung immunologischer Kommunikationsprozesse neue Optionen für die Therapie bislang unheilbarer Krebs- und Infektionserkrankungen. Im Gesundheitscampus Immunologie, Infektiologie und Inflammation (kurz GC-13) haben sich daher 19 Institute und Kliniken zusammengeschlossen, um unter dem Leitmotiv »Entzündung verstehen – Volkskrankheiten heilen« zusammenzuarbeiten und immunologische Kommunikationsprozesse zu entschlüsseln.

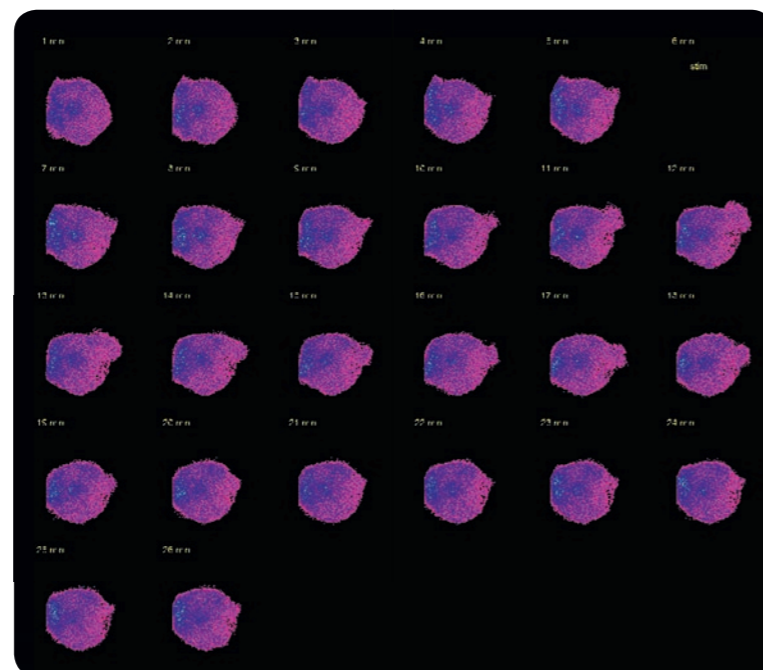


»Wir haben in den letzten 10 bis 15 Jahren sehr viel über die Zellen des Immunsystems und ihre Kommunikationsmechanismen gelernt« erklärt Prof. Schraven. »Viele neue hochspezialisierte Zellpopulationen wurden entdeckt, ihre Funktionsweise aufgeklärt und tiefgreifende Erkenntnisse über das Zusammenspiel der Botenstoffe, die von den Immunzellen abgegeben werden, gewonnen. Die Optionen für die Therapie von Krebsleiden oder Infektionserkrankungen«, die sich hieraus ergeben sich vielfältig.

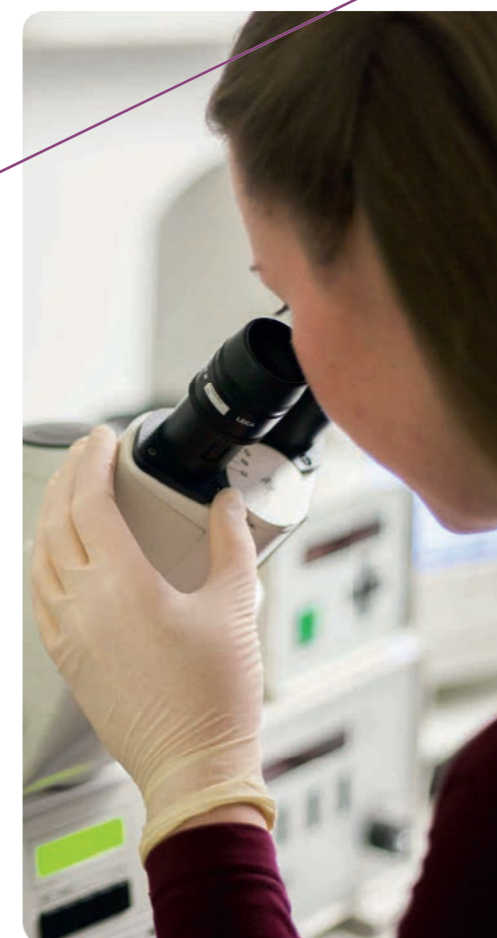
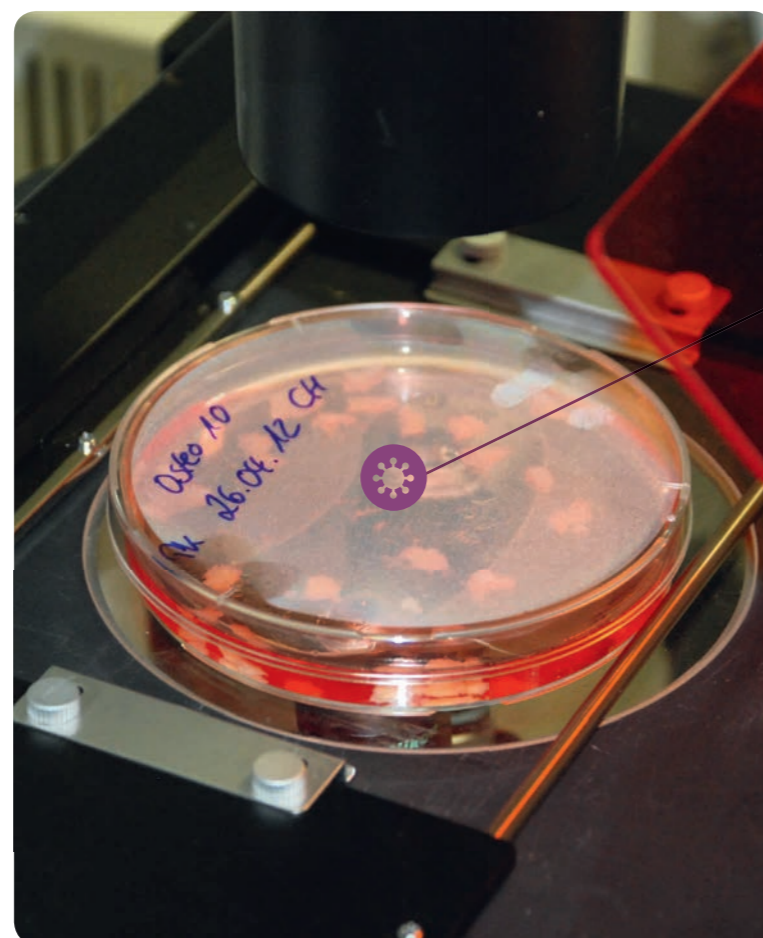
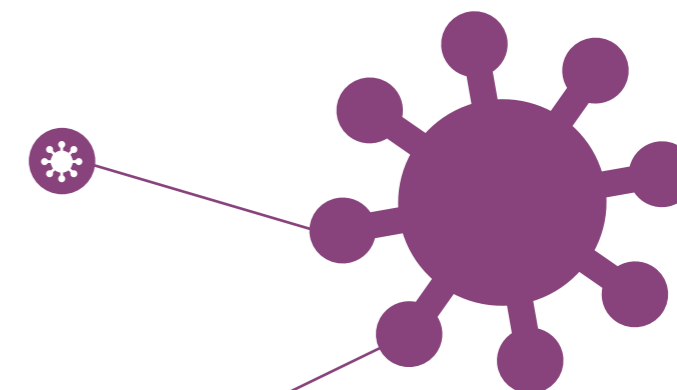




Dennoch sind viele Fragen in Bezug auf die Kommunikationsprozesse im Immunsystem ungeklärt. Wie schaffen es z.B. T-Zellen, die verschiedenen Signale in entsprechende Antworten zu übersetzen? Um dies herauszufinden, haben Wissenschaftler des Sonderforschungsbereichs (SFB) 854 molekulare Biosensoren entwickelt, mit denen strukturelle Veränderungen signalübertragender Moleküle in T-Zellen sichtbar gemacht werden können. Der Trick: an ein signalübertragendes Molekül werden zwei unterschiedliche Farbstoffmoleküle gekoppelt. Im Ruhezustand des Moleküls sind die Farbstoffe so nah beieinander, dass es zu einem Energieaustausch kommt, der als Fluorescence Resonance Energy Transfer, kurz FRET, bezeichnet wird. Verändert das Molekül nach Erhalt eines Signals seine Struktur, ändert sich die Entfernung zwischen den beiden Farbstoffen und das FRET-Signal nimmt ab. Die innovative Technologie ermöglicht neue Einblicke in das »fine-tuning« der T-Zellen.



Prof. Andreas Müller erforscht am Institut für Molekulare und Klinische Immunologie die Kommunikation zwischen Immunzellen und Erregern. Wo und wie interagieren Immunzellen mit Erregern, wie lange dauert der Kontakt, wie beeinflussen sich die Stoffwechsel der Erreger und der Immunzellen? Er verwendet die 2-Photonen Intravitalmikroskopie, um Immunzellen und Krankheitserreger »online« im lebenden Organismus zu untersuchen und erklärt: »Unsere Arbeit könnte helfen, die Interaktion zwischen Erreger und Immunzellen zugunsten einer besseren Bekämpfung der Erreger zu verändern.« Frau Prof. Dunja Bruder, Wissenschaftlerin am Institut für Medizinische Mikrobiologie, ergänzt: »Nur wenn wir die genauen immunologischen Mechanismen, die Infektionserkrankungen zugrunde liegen verstehen, können wir neuartige Therapieansätze entwickeln, insbesondere auch gegen multi-resistente Keime.« Sie und ihre Kollegen erforschen Infektionen der Atemwege und des Gehirns.



Lange wurden das ZNS und das Immunsystem als voneinander unabhängig agierende Systeme angesehen. Inzwischen weiß man jedoch, dass beide Systeme eng miteinander verwoben sind und sich gegenseitig beeinflussen. Immunologische/entzündliche Prozesse beeinflussen das Lernen, das Gedächtnis aber auch neurodegenerative Erkrankungen, wie Alzheimer und Parkinson. Andererseits verändern zentralnervöse Vorgänge wie Stress oder Trauer die Funktionen des Immunsystems. Wie die Kommunikation zwischen Immun- und Nervensystem im Organismus gesteuert wird ist weitgehend unbekannt und stellt einen »hot-topic« moderner Forschung dar, der im SFB854 bearbeitet wird.

Ein Vorgang bei dem Immunzellen – für den Laien vielleicht unerwartet – eine Rolle spielen ist die Schwangerschaft. Während der Schwangerschaft verändern die Immunzellen der Mutter ihre Funktionen, um den eigentlich »fremden« Fötus, der normalerweise vom Immunsystem der Mutter abgestoßen werden müsste, aktiv zu tolerieren. In der Abteilung Experimentelle Gynäkologie und Geburtshilfe der Universitätsfrauenklinik widmet sich Prof. Ana Zenclussen der wichtigen Frage, welche Toleranzwege aktiviert werden, um den Fötus während der Schwangerschaft zu beschützen.



»Herzinfarkte und Schlaganfälle sind für 42% aller Todesfälle in der BRD verantwortlich« berichtet Prof. Rüdiger Braun-Dullaeus, Direktor der Universitätsklinik für Kardiologie, Angiologie und Pneumologie.

Seine klinische Forschung fokussiert auf die Rolle der Monozyten bei der Entstehung von Herzinfarkten oder Schlaganfällen. Monozyten erkennen Schäden in der Gefäßinnenwand, die durch Risikofaktoren wie Diabetes mellitus, Rauchen, Bluthochdruck, oder zu hohem Cholesterinspiegel verursacht werden. Um diese Schäden zu heilen, setzen Monozyten Stoffe frei, die weitere Immunzellen anlocken. Die Folge ist eine schwelende Entzündung, die zu immer mehr Schäden, Fetteinlagerung, Verkalkung und Zelltod führt, ein Teufelskreis, an dessen Ende ein atherosklerotischer Plaque steht. Dieser verengt irgendwann das Blutgefäß so sehr, dass es zu einem akuten Verschluss, dem Infarkt kommt. »Wenn wir den Leukozyten mitteilen könnten, dass sie genug getan haben und den Ort der Entzündung wieder verlassen können, wäre ein entscheidender Schritt zur Verhinderung von Infarkten gelungen.« so Prof. Braun-Dullaeus.



Viele Menschen leiden an entzündlichen und degenerativen Veränderungen der Gelenke, deren Folge Arthritis und Arthrose sind. Wenn die Schmerzen unerträglich werden, können Endoprothesen helfen. Diese Behandlung kann immunologische Probleme mit sich bringen. Prof. Christoph Lohmann konstatiert: »Das Einsetzen einer Endoprothese ist segensreich aber leider nicht immer folgenlos«. So werden im künstlichen Gelenk bei jeder Bewegung kleinste Partikel freigesetzt. Diese rufen Immunzellen auf den Plan, es kommt zur lokalen Entzündungsreaktion und zum Ausschütten von Botenstoffen. Diese werden von den Knochenzellen erkannt, die daraufhin gesundes Knochengewebe abbauen, was zu einer Prothesenlockerung führen kann. Die Orthopädische Universitätsklinik koordiniert das EU-Projekt HypOrth, in dem die Ursachen der Prothesenlockerung erforscht werden und neue Materialien für Prothesen entwickelt werden. Das Ziel: in Zukunft soll das Einsetzen einer Prothese das Ende einer Erkrankung sein und nicht der Beginn einer Neuen.

Die Polyzythämia vera, ist eine Form von Blutkrebs, bei der Störungen der Neutrophilen eine entscheidende Rolle spielen. Da die molekularen Ursachen nicht aufgeklärt sind, stehen momentan nur unzureichende Therapien zur Verfügung. Dies könnte sich laut Prof. Thomas Fischer, dem Direktor der Klinik für Hämatologie und Onkologie in Zukunft ändern: »Wir haben herausgefunden, dass die Neutrophilen bei der Polyzythämia vera durch eine Mutation bestimmter Oberflächenproteine aktiviert werden. Sie werden dadurch klebrig und heften sich an den verschiedensten Stellen an. Dies verursacht viele Probleme, unter anderem ein sehr hohes Thromboserisiko.« Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse können nun neue Therapieformen der Polyzythämia vera entwickelt werden.

Der schwarze Hautkrebs ist als bösartigste Form des Hautkrebses nur sehr schwer zu therapieren. Kürzlich wurden jedoch neue Medikamente zugelassen, die Kommunikations-Moleküle auf der Oberfläche von T-Zellen blockieren und so die Immunabwehr gegen die Krebszellen reaktivieren. Dies hat die Therapie des schwarzen Hautkrebses revolutioniert. »Die neuen Immuntherapien zeigen erstaunlich lang anhaltende Erfolge und schenken vielen Patienten wertvolle Lebenszeit.« sagt Prof. Thomas Tüting, Direktor der Universitätsklinik. Da die neuen Immuntherapien leider nicht bei jedem Patienten ansprechen, forscht sein Team an neuen immuntherapeutischen Ansätzen, um die Therapie von Melanompatienten weiter zu verbessern.

Gesundheitscampus Immunologie, Infektiologie und Inflammation



Entzündung verstehen | **Volkskrankheiten heilen**

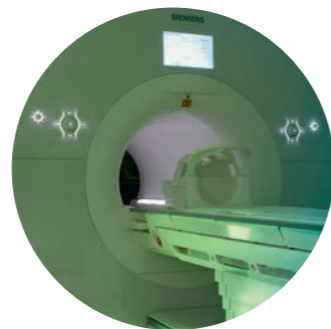
»Entzündung verstehen – Volkskrankheiten heilen«, so lautet das übergeordnete Ziel des GC-F³. Diesem kommen die Mediziner der OvGU durch ihre Detektivarbeit in Kliniken und Laboren mit jedem Tag ein bisschen näher.



'Der Uni-Campus als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft

WIE FORSCHUNGSERGEBNISSE
IN DEN UNTERNEHMEN
ANKOMMEN

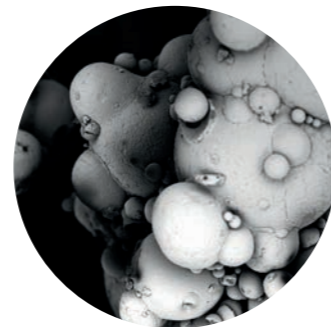
PROF. DR. RER. NAT.
VOLKMAR LESSMANN



'Medizintechnik



Der Forschungscampus STIMULATE an der Universität Magdeburg wächst als Leuchtturm der Medizintechnik-Branche weit über Sachsen-Anhalt hinaus.



'Wirbelschicht



Hersteller von Pulvern, Granulaten und Pellets sind grundsätzlich an innovativen Produktionsmethoden interessiert, die den Ansprüchen ihrer Kunden gerecht werden.



'Automotive



Die volle Kraftentfaltung direkt im Rad ist Garant für bisher unerreichte Sicherheit und für Komfort beim Fahren. Sie ist umweltfreundlich, extrem leicht, und spart Energie.



'Erneuerbare Energien



Der Forschungscampus STIMULATE an der Otto-von-Guericke-Universität wächst als Leuchtturm der Medizintechnik-Branche weit über Sachsen-Anhalt hinaus.



'Digital Engineering



Der Forschungscampus STIMULATE an der Otto-von-Guericke-Universität wächst als Leuchtturm der Medizintechnik-Branche weit über Sachsen-Anhalt hinaus.



Third Mission ist ein Schlüsselwort, das sehr en vogue ist wenn es gilt, klar zu machen, dass eine moderne Universität sich neben Forschung und Lehre noch einer weiteren Säule des Fortschritts verbunden fühlt. Dieser Begriff vereint in sich schließlich die wirtschaftlichen, gesellschaftspolitischen und sozialen Auswirkungen all dessen, was Forschung hervorbringt.

An der Universität Magdeburg hat dieser »Transfer« von Forschungsergebnissen in die Anwendung Tradition. Schon im Jahre der Gründung der Universität, 1993, war die »Wirbelschichttechnologie«, wie sie schon vor der Wende an der damaligen Technischen Universität Magdeburg erfolgreich in die Praxis umgesetzt wurde, Teil dieser 3. Mission. Dieser Bereich hat seither beständig zugelegt und war der erste Transferschwerpunkt der Universität Magdeburg.

Seitdem im Jahre 2011 der Bund den Ausstieg aus der Atomenergie beschloss, spielen der Bau neuer Stromtrassen und die bedarfsgerechte Verteilung des regenerativ erzeugten Stroms darüber eine zentrale Rolle bei der Planung der Energiewende. Die Universität Magdeburg hatte schon viele Jahre zuvor den Transferschwerpunkt »Erneuerbare Energien« mit einem starken Fokus auf solche Smart Grids ins Leben gerufen und er ist national und international maßgeblich in diese Fragestellung eingebunden.

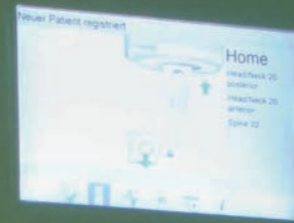
Die Fabrik – nicht erst von Morgen – entwirft, plant und produziert mit virtuellen Realitäten und simulierten Prozessen: Industrie 4.0 geht nicht ohne dieses »Digital Engineering«, und der gleichnamige Transferschwerpunkt der Universität Magdeburg trägt seit 2007 im Verbund mit dem Magdeburger Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung IFF und zahlreichen nationalen Partnern entscheidend zum Fortschritt auf diesem Gebiet bei.

Moderne Medizin muss Fortschritte in der molekularen Therapie sicher »in den Menschen« bringen, darf die Kosten im Gesundheitssystem zumindest nicht weiter steigern und muss auch für eine immer älter werdende Bevölkerung gut verträglich sein. Minimalinvasive Therapie ist hier das Zauberwort, und der jüngste Transferschwerpunkt der Universität Magdeburg, die »Medizintechnik«, ist mit dieser Losung gestartet. Weitere Themen werden in Zusammenarbeit mit der Medizinischen Fakultät sicher folgen.

Der Weg hin zu neuen Antriebskonzepten für Automobile ist schon recht lang, aber noch immer weit entfernt von einer Lösung, die den Verbrennungsmotor verdrängen kann. Ingenieure der Universität Magdeburg arbeiten seit 2007 im Transferschwerpunkt »Automotive« an einer Lösung dieses Kernproblems der automobilen Zukunft mit, die vermutlich im Kraftfeld zwischen hocheffizienten Elektromotoren und sogenannten Range Extendern für E-Mobile liegen wird.

Lassen Sie sich überraschen, welche Zukunftskonzepte unsere Third Mission in der Forschung in diesen Bereichen bereithält!

SIEMENS



*'Damit nicht
mit einem
Schlag alles
vorbei ist*



INGENIEURE UND MEDIZINER ENTWICKELN GEMEINSAM
MINIMALINVASIVE VERFAHREN UND INSTRUMENTE FÜR
SCHONENDE THERAPIEN

KATHREIN GRAUBAUM



SIEMENS



»Auf einen Schlag« kann sich das Leben ändern – oder sogar zu Ende sein. Die Dramatik steckt schon in Krankheitsbezeichnungen wie »Herzschlag«, »Schlaganfall«, »Kreislauf-Kollaps« oder »Zuckerschok«. Bei einer Bevölkerung, die immer älter wird, treten Erkrankungen wie Krebs, Schlaganfall, Demenz oder Herzinfarkt gehäuft auf. »Ob und wie die Patientin, der Patient eine akute Erkrankung überlebt, hängt von der Schnelligkeit und Genauigkeit der Diagnose und einer sofortigen zielgerichteten Behandlung ab«, sagt Prof. Dr. Georg Rose, Direktor des Instituts für Medizintechnik an der Otto-von Guericke-Universität Magdeburg. Er ist der Sprecher des Forschungscampus STIMULATE – Solution Centre for Image Guided Local Therapies. Es komme darauf an, so Rose, Verfahren und Instrumente zu entwickeln, die eine für den Patienten schonende Therapie ermöglichen und die einer Kostenexplosion im Gesundheitswesen entgegen wirken. Denn: »Minimalinvasive Verfahren sind die schonendsten, aber sehr komplex und bisher nur für wenige Erkrankungen verfügbar«, sagt Georg Rose.



Die interdisziplinäre Zusammenarbeit bei STIMULATE ist etwas Besonderes und Neuartiges und hat zum Ziel, in Magdeburg ein »Deutsches Forschungszentrum für bildgestützte Medizin« als internationales Referenzzentrum für minimalinvasive Therapien aufzubauen. Visionen für die Medizintechnik des 21. Jahrhunderts werden hier entwickelt. Und das nicht hinter verschlossenen Türen. Ob für Fachkollegen oder interessierte Besuchergruppen – das STIMULATE-Team öffnet gern und regelmäßig die Türen zu den Hightech-Laboren, die ansonsten nur mit einem Code zugänglich sind. Hier schlägt das Herz von STIMULATE. Das MRT-Labor beherbergt einen speziellen interventionellen Magnetresonanztomographen, der über einen besonders großen Tunnel verfügt, so dass darin operiert werden kann. Das Nachbarlabor ist im Grunde ein OP-Raum mit riesigem Hightech-Röntgenroboter, der fachlich exakt formuliert ein »3D-Angiographiesystem« ist und gestochen scharfe 2- und 3D-Bilder vom Inneren des

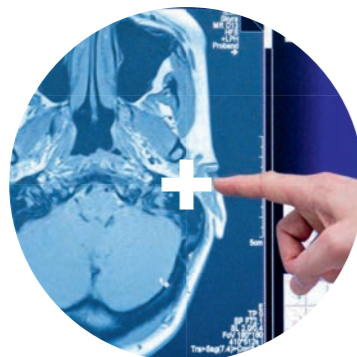
Patienten liefert. Solche Bilder sind unentbehrlich, wenn es darum geht, mit feinsten Kathetern oder Nadeln zu schwer zugänglichen Stellen im Körper des Patienten vorzudringen, um dort Verengungen, Verstopfungen oder Tumore zu bekämpfen.

Die Mediziner im Uniklinikum stehen im ständigen Austausch mit den Kollegen aus der Medizintechnik. In der Radiologie ist ein Duplikat des Labor-OPs eingerichtet. In dessen Anlage laufen auch Programme, die von den Medizintechnikern der Uni entwickelt wurden.

»Intelligente Katheter – Kathetertechnologien«, kurz INKA, heißt ein wichtiges Partner-Forschungsprojekt von STIMULATE. Es hat die Entwicklung von Operationswerkzeugen und Gesamtsystemen für minimalinvasive Operationstechniken zum Ziel. INKA trägt seit 2008 maßgeblich dazu bei, dass sich Sachsen-Anhalt zu einem wichtigen Standort der Medizintechnik entwickelt.



Der von Bund und Land geförderte Forschungscampus ist einer von bundesweit neun. Nur zwei davon forschen auf dem Gebiet der Medizintechnik. STIMULATE wird getragen von den ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten und der medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität, von Siemens Healthcare und vom STIMULATE-Verein. Diesem Verein gehören 20 Partner aus Wirtschaft und außeruniversitärer Forschung an, darunter die Primed Halberstadt Medizintechnik GmbH, die metraTec GmbH aus Magdeburg, das Leibniz-Institut für Neurobiologie Magdeburg und das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF Magdeburg.



Zu STIMULATE und zum INKA-Projekt gehören insgesamt 40 junge Nachwuchswissenschaftler, die auf dem Gebiet der bildgebenden Medizin- und Mikrosystemtechnik forschen.

Die regionale Wirtschaft stiftete eine Professur, die seit Dezember 2014 mit Michael Friebe besetzt ist. Er ist promovierter Experte für Kernspintomographie und Bildgebung. Sein Forschungsauftrag ist die Entwicklung von Methoden und Systemen für bildgestützte minimalinvasive Therapien. Die Herausforderungen bestehen darin, Verfahren und Instrumente zu entwickeln, die für die Mediziner im klinischen Alltag eine Erleichterung sind und kein zusätzliches technisches Problem darstellen.



Eine echte Innovation sind Katheter mit eingebetteten Mikrosystemen: Ultraschall- und Laserelemente, LED-Beleuchtung, Kamera und Röntgenquellen für 3D-Aufnahmen – dann noch die verschiedenen medizinischen Werkzeuge und Instrumente, auch Vorrichtungen zur Dosierung von Medikamenten.

»INKA-Embedded – Modularisierte Fertigung multifunktionaler Therapie-werkzeuge« heißt ein weiteres Forschungsprojekt im Umfeld von STIMULATE, das derartige Entwicklungen auf den Weg bringt. Wie auch anderswo, hängt die Wettbewerbsfähigkeit der Medizintechnik-Hersteller im Land sehr stark davon ab, inwieweit sie mit den Entwicklungen auf dem Weltmarkt mithalten oder sogar Vorreiter sein können. INKA-Embedded forscht in den Laboren der Universität und unter Praxisbedingungen in den Partnerunternehmen. So fließen diverse fachliche Kompetenzen auf den Gebieten bildgebender Verfahren, der Materialentwicklung und Oberflächenbearbeitung sowie der Medizin-, Elektro- und Informationstechnik ein. Nicht zuletzt spielen die Erfahrungen der Hersteller solcher Katheter wie auch derer, die die Maschinen dafür bauen, eine maßgebliche Rolle.

Die Wissenschaftler an der Magdeburger Universität erforschen zudem, inwieweit die miniaturisierten Katheter, Nadeln oder Elektroden verbessert werden können, damit sie bei den bildgeführten Eingriffen leicht handhabbar sind und punktgenau platziert werden. Die präzise Navigation solcher Mini-Instrumente wiederum erfordert den Einsatz externer Bildgebungsverfahren. Auch die werden auf dem Medizintechnik-Forschungscampus entwickelt; so zum Beispiel Softwarekomponenten, die technische Daten in aussagekräftige Bilder umwandeln.



STIMULATE MIT SEINEN PARTNERN UND AKTEUREN IST ALSO AUF DEM BESTEN WEG, SICH ZU EINEM LEUCHT-TURM MIT STRAHLKRAFT WEIT ÜBER SACHSEN-ANHALT HINAUS ZU ENTWICKELN – AUCH WAS DIE LEHRE IM BEREICH MEDIZINTECHNIK BETRIFFT. 2008 WURDE EIN INTERNATIONALER MASTER-STUDIENGANG MEDICAL SYSTEMS ENGINEERING AUFGEBAUT UND 2014 DER BACHELOR-STUDIENGANG MEDIZINTECHNIK INSTAL-LIERT. ER STÖSST AUF GROSSE RESONANZ BEI DEN ABITURIENTEN UND STIEG BEZÜGLICH DER BEWERBER-ZAHLEN ZUM ZWEITSTÄRKSTEN BACHELORSTUDIEN-GANG DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN AUF.



*'Auf die
richtige
Mischung
kommt
es an*

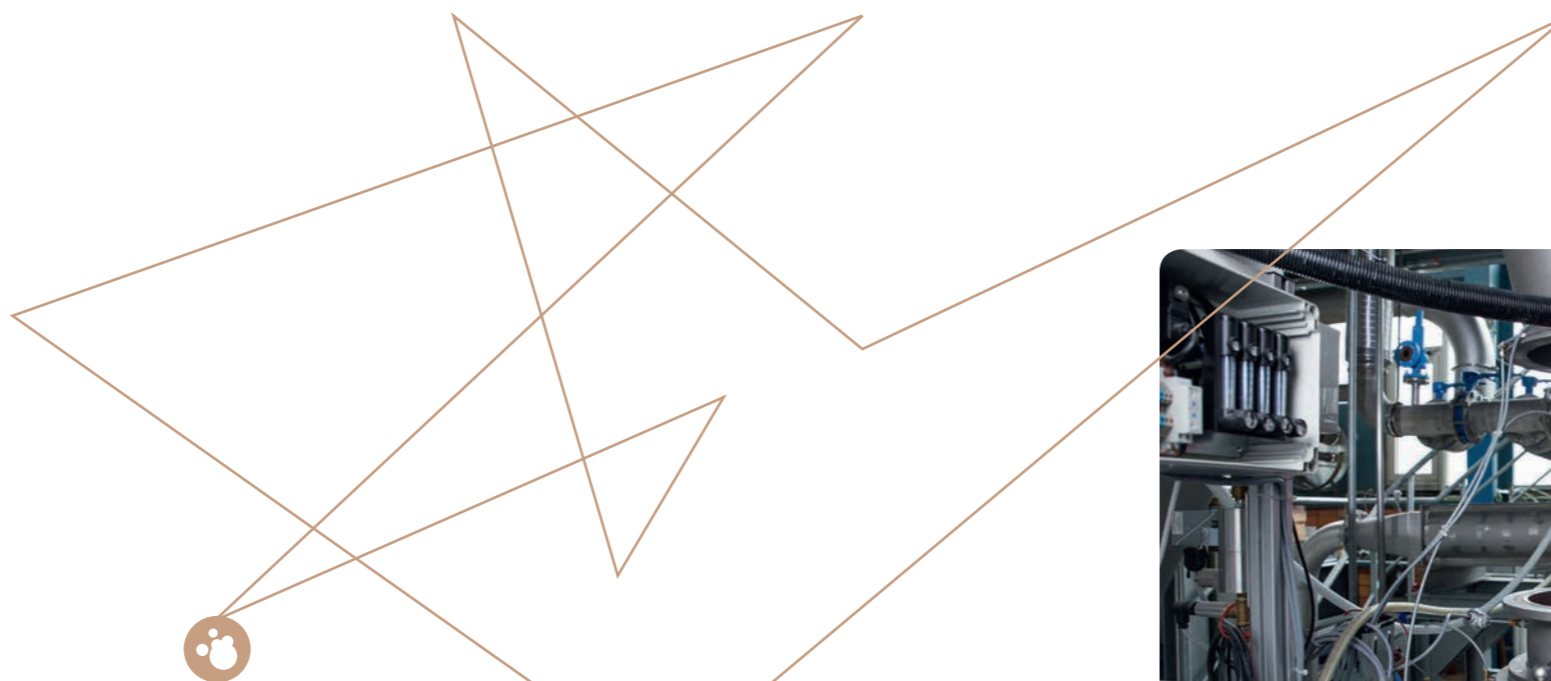


OPTIMALE BEDINGUNGEN FÜR
JUNGE WIRBELSCHICHT-FORSCHER

KATHREIN GRAUBAUM



Name der abgebildeten Person
Foto: Name des Urhbers



Vor mittlerweile 34 Jahren ging in der Röstfein-Kaffeerösterei in Magdeburg die weltweit erste Wirbelschichttrocknungsanlage in Betrieb. Entwickelt wurde sie von Lothar Mörl, damals Dozent an der Technischen Hochschule in Magdeburg. Seitdem wird auf dem Gebiet der Wirbelschicht- und Granulierteknik in Magdeburg immer weiter geforscht. Adressaten sind hauptsächlich die Hersteller von Pharmazeutika, von Waschpulver und Lebensmitteln, von Dünger und Pflanzenschutzmitteln. Auf dem Campus der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg steht eine der weltweit modernsten und größten Versuchshallen.

Mit Selbstverständlichkeit geht man davon aus, dass jede Tablette in der Packung die gleiche Zusammensetzung und demzufolge die gleiche Wirkung hat. Auch im Waschpulver soll die Enzymschicht auf jedem einzelnen Granulat seine volle Wirkung entfalten. Der Landwirt erwartet, dass in den Pellets von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln die einzelnen Wirkstoffe in der richtigen und immer exakt gleichen Zusammensetzung enthalten sind. Und ein Kakaopulver, das uns braun einstäubt, anstatt sich gut verrühren zu lassen, würde in Windeseile zum Ladenhüter. Hersteller von Pulvern, Granulaten und Pellets sind grundsätzlich an Produktionsmethoden interessiert, die den Ansprüchen ihrer Kunden gerecht werden.

Die Umsetzung dieser Ansprüche ist auch eine Herausforderung für die Wissenschaft. Hinter dem Logo NaWiTec steckt die Nachwuchsforschungsgruppe Wirbelschichttechnik an der Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik der Universität Magdeburg. Der Zusammenschluss junger Wissenschaftler erforscht, beispielsweise, wie im Wirbelschichtverfahren aus einem flüssigen Ausgangsstoff Granulate und Pulver mit den konkret gewünschten Partikelstrukturen und -eigenschaften hergestellt werden können. Anwendung findet die Methode in Branchen, deren Produkte sich zumeist aus mehreren Wirkstoffen zusammensetzen.

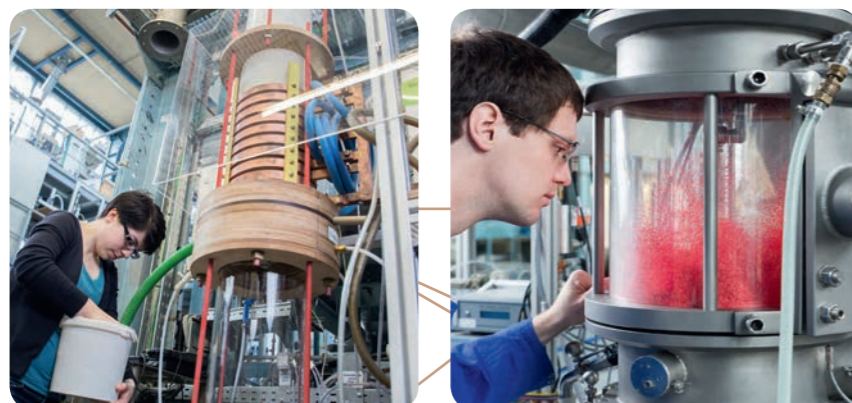


Die Magdeburger Wissenschaftler können für ihre Forschungsarbeit eine der größten und modernsten Versuchshallen weltweit nutzen. Ermöglicht hat den Bau ein Netz regionaler Wirtschaftspartner. Deshalb tragen die Anlagen die Logos der Firmen IPT-Pergande GmbH in Weißand-Görlau, der Glatt Ingenieurtechnik GmbH in Weimar und der Anhaltischen Verfahrens- und Anlagentechnik GmbH in Magdeburg. Diese regionalen Unternehmen haben auch eine Professur gestiftet, die auf die Erforschung der Formulierung von Partikeln mit hoher Qualität bei gleichzeitiger Energieeinsparung ausgerichtet ist.

Der junge Wissenschaftler Andreas Bück hat diese Stiftungsprofessur inne. Der gebürtige Magdeburger studierte bis 2008 an der Universität Magdeburg Systemtechnik und Technische Kybernetik. Der promovierte Regelungstechniker bezeichnet es als »echten Glücksfall«, auf dem vielschichtigen und wirtschaftsnahen Gebiet der Wirbelschichttechnik zu forschen. »Für die Pharmazie, die Lebensmittelindustrie und für die Landwirtschaft gelten hohe Qualitätsanforderungen und Richtlinien, was die Herstellung und auch die Anwendung ihrer Produkte betrifft«, sagt der junge Wissenschaftler. »Wenn beispielsweise eine Tablette mehrere Schichten unterschiedlicher pharmazeutischer Wirkstoffe enthalten soll, muss geklärt werden, welche Oberflächenstruktur die Tablette hat – kompakt oder porös, weil deren Eigenschaften dadurch bestimmt werden. Die Frage, wie dick die Schichten der Wirkstoffe sein müssen, ist wichtig. Auch die Frage, wann und unter welchen Bedingungen sich jede einzelne Schicht auflösen soll. An uns ist es dann, der Industrie Lösungen anzubieten, wie diese Schichten herzustellen sind.«



Eine neu entwickelte Sonde soll die Partikel schon während des Wirbelschichtprozesses vermessen. Die Inline-Messung hat den Vorteil, dass sofort eingegriffen werden kann, wenn etwas nicht rund läuft. Wobei man »rund« auch wörtlich nehmen kann. »Wenn die Partikel während der Formulierung nicht rund bleiben, sondern Klumpen bilden, würde die neue Sonde einen zu hohen Feuchtigkeitsanteil signalisieren, bevor die ganze Produktionsanlage verklebt«, erklärt Andreas Bück. Manchmal allerdings seien Klumpen – fachlich präzise ausgedrückt »Agglomerate« – ausdrücklich erwünscht, wie etwa beim erwähnten Kakaopulver. Ohne Agglomeration bliebe es feinsten Staub, der sich kaum zu einem Getränk verarbeiten ließe.

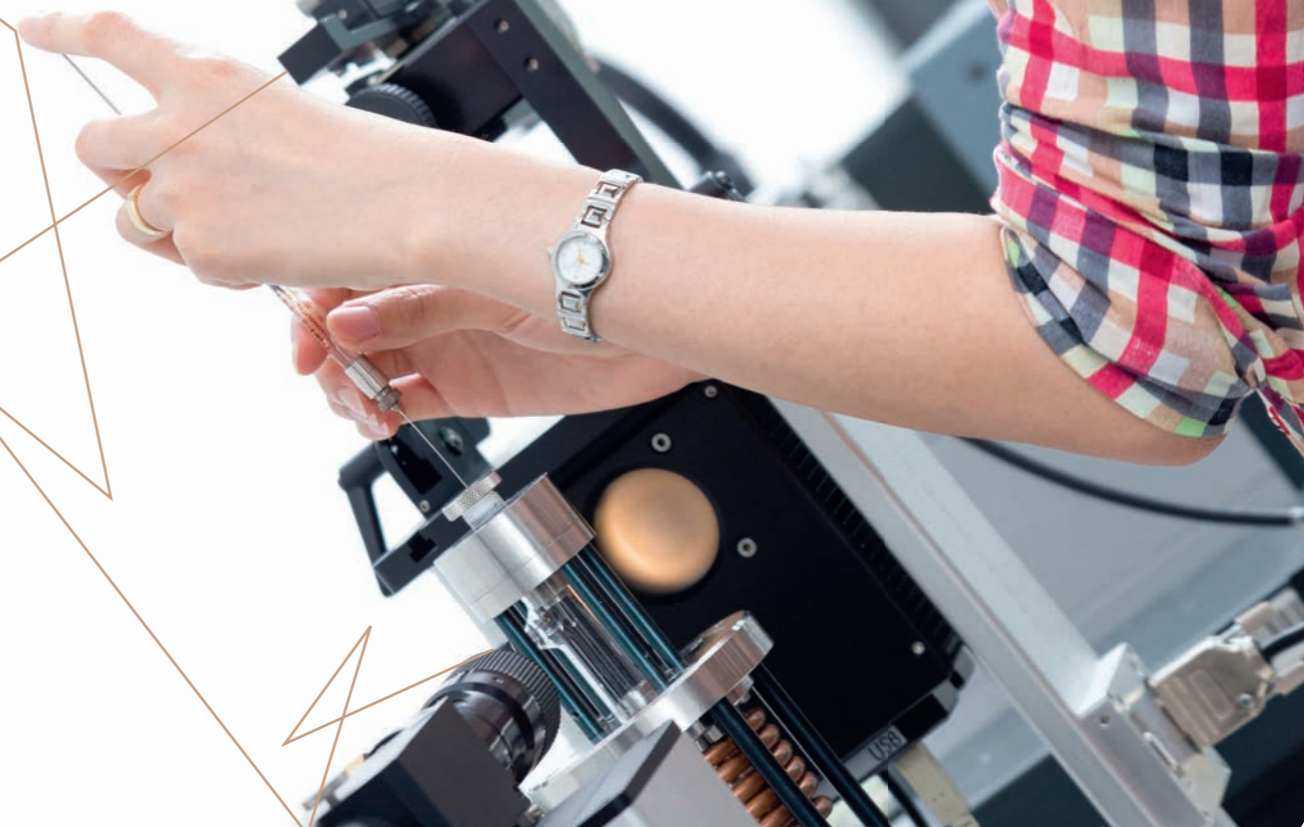


Fast 35 Jahre sind seit der bahnbrechenden Konstruktion der ersten Wirbelschichttrocknungsanlage der Welt durch Magdeburger Wissenschaftler vergangen. An Innovationskraft und Potenzial hat die Wirbelschichttrocknung seitdem nichts verloren. Die von der Nachwuchsforschungsgruppe Wirbelschichttechnik an der Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg entwickelte Messtechnik und die für die Wirtschaft entstehenden Anlagen werden der Wirbelschichttrocknung neue Anwendungsmöglichkeiten und weitere Marktzugänge eröffnen.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist die Energieeffizienz. Wenn für die Herstellung viel Energie benötigt wird, ist das Produkt am Ende teuer, was die Chancen auf dem Markt nicht gerade fördert.

Der Verdampfungsprozess, der im Wirbelschichtverfahren eine große Rolle spielt, hat bislang einen zu hohen Energieaufwand. Die Trägerflüssigkeit, zumeist Wasser, verdampft, indem aufgeheizte Gasmassenströme durch den Verdampfungsapparat geschickt werden. Zu nichts weiter nütze, wird die heiße Luft anschließend abgeleitet. Sie geht verloren, was in keinem guten Verhältnis zum Energieaufwand steht, der für die Erzeugung und Bewegung der heißen Luft aufgebracht wird.

Gemeinsam mit den Partnerunternehmen suchen die Wissenschaftler der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg nach neuen Methoden, um den Energiebedarf bei der Formulierung und Beheizung der Partikel zu reduzieren. Sie wollen mögliche Strategien für die Wärmerückgewinnung entwickeln und aufzeigen, wo in vor- und nachgelagerten Bereichen des Verdampfungsprozesses die rückgewonnene Energie eingesetzt werden kann. »Wir verfolgen da zwei Wege«, erklärt Andreas Bück. »Auf dem einen steht eine Säule mit einer Spule. Die erzeugt ein Induktionsfeld, in dem erhitzen sich Metallhohlkugeln, die zwischen den Partikeln schweben und diese dann trocknen. Eine andere Methode der Energieeinsparung hat bislang ergeben, dass allein dadurch, dass der Granulationsprozess anders gefahren wird – nämlich das Einsprühen und Trocknen zeitlich voneinander getrennt – bis zu 20 Prozent Energie eingespart werden können, ohne, dass die Produktqualität darunter leidet.«





'Warum Ingenieure auch von Pferden lernen können



MASCHINENBAUER TÜFTELN GEMEINSAM MIT PARTNERN
AM AUTOMOBIL DES 21. JAHRHUNDERTS

KATHARINA VORWERK



Name der abgebildeten Person
Foto: Name des Urhbers

»Kein Pferd würde auf die Idee kommen, nur mit den Hinterbeinen zu laufen, das Tier hätte doch davon nur Nachteile! Es braucht viel mehr Kraft, mit zwei Beinen statt vieren zu beschleunigen, aber auch wesentlich mehr Energie, um wieder abzubremesen.«



Der Ingenieur und Antriebsexperte Prof. Dr.-Ing. Roland Kasper greift kurzerhand auf Vergleiche aus dem Tierreich zurück, um seinem Gegenüber den Blick für die Zukunft der Mobilität zu schärfen. Das ausgerechnet das Pferd dafür herhalten muss, liegt auf der Hand: Pferdestärken sind schon ziemlich nah dran an seinem Metier: der Entwicklung neuer Antriebe für das Automobil des 21. Jahrhunderts. Sein Vorschlag für künftiges Fahren: der an der Universität Magdeburg weiterentwickelte Radnabenmotor. »Es handelt sich um den kompaktesten, leichtesten und gleichzeitig leistungsstärksten Radnabenmotor weltweit, der direkt in eine 15-Zoll-Felge eingebaut wird und damit für Klein- und Mittelklasse-PKW genauso geeignet ist wie für kleine und mittlere Nutzfahrzeuge im Transport-, Logistik-, Kommunal- oder Agrarbereich«, schwärmt der Antriebsexperte aus dem Institut für Mobile Systeme an der Fakultät für Maschinenbau. Er muss es wissen, er hat ihn gemeinsam mit Kollegen erdacht und entworfen, konstruiert und getestet.





Und für gut befunden. Denn Radnabenmotoren – von Hause aus Elektromotoren – haben etwas, was andere Elektromotoren nicht haben: in jedem Rad einen eigenen kleinen Antrieb. »Der mechanische Antriebsstrang mit sämtlichen Zusatzaggregaten fällt komplett weg, das spart Kosten und schafft wertvollen Nutzraum im Fahrzeug«, so der Maschinenbauer Kasper. Die volle Kraftentfaltung direkt im Rad sei Garant für bisher unerreichte Sicherheit und für Komfort beim Fahren, sie seien umweltfreundlich, extrem leicht, brauchten weniger Eisen und Kupfer und sparten Energie. Denn, wird bereits bei herkömmlichen Elektromotoren viel Bremsenergie wieder zurückgespeist in die Batterie, ist der Effekt beim Radnabenmotor gleichsam vervierfacht: Jedes Rad ist ein kleines Elektrofahrzeug für sich. Sicherheit ist inklusive, denn die erforderlichen Systeme wie ASR oder ESP sind bereits in das Rad eingebaut und werden gleichsam mitgeliefert.

Nun gibt es Radnabenmotoren nicht erst seit kurzem. Das Forscherteam um Prof. Dr. Roland Kasper vom Lehrstuhl Mechatronik hat aber innerhalb des Forschungs-Transferschwerpunktes AUTOMOTIVE an der Universität Magdeburg eine neue Generation von Radnabenmotoren entwickelt. Kernpunkt der Innovation ist die so genannte eisenlose Luftspaltwicklung. Schwer auszusprechen, meint es im Prinzip den völligen Verzicht auf schwere kupferumwickelte Eisenpole. Genutzt wird dann die so genannte Lorentzkraft, die an einer im Luftspalt des Motors platzierten sehr dünnen Kupferwicklung entsteht. Doch nicht nur deshalb sei der Magdeburger Radnabenmotor ein Leichtgewicht. »Ganz wesentlich für den Erfolg des Prinzips ist es, konventionelle und schwere Materialien durch moderne Werkstoffe auszutauschen«, so Prof. Dr.-Ing. Bernhard Karpuschewski vom Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung der Fakultät für Maschinenbau. Der Leichtbauexperte sorgt dafür, dass der Motor kein Gramm zu viel auf den Rädern hat. »Wir sorgen dafür, indem wir geeignete neue Leichtbaumaterialien wie Aluminiumschaum oder Faserverbundwerkstoffe einsetzen und die Fertigung dahingehend qualifizieren. Zwar benötigen wir nach wie vor auch noch klassische Materialien und hochfeste Metalle. Hier können wir aber die Wandstärken und damit das Gewicht durch angepasste Fertigungsverfahren auf ein Minimum reduzieren.« Dem Fertigungsexperten stehen dafür auf dem Unicampus moderne computergesteuerte CNC-Werkzeugmaschinen zur Verfügung, mit denen die Einzelteile in der geforderten Qualität prozesssicher und möglichst wirtschaftlich hergestellt werden können.

Neben Gewicht und Antrieb gibt es dann noch eine dritte Komponente für den Erfolg des Radnabenmotors made in Magdeburg: die thermische Optimierung. Klingt kompliziert – und ist es auch, sagt Verfahrenstechniker Prof. Dr.-Ing. Frank Beyrau vom Institut für Strömungstechnik und Thermodynamik, der sich um das Kühlsystem im Radnabenmotor kümmert. »Im Motor entsteht Wärme, die dort schnellstens wieder heraus muss. Denn, würde sich der Motor über 150 Grad Celsius erhitzen, werden Metalle zerstört, sind Magnete nicht mehr magnetisch, lösen sich Klebeverbindungen. Innovative Kühlkonzepte, wie z. B. die Verwendung von Mikrokanälen und der Einsatz von neuartigen »Designer-Kühlflüssigkeiten« erlauben es uns aber, weiter Gewicht zu reduzieren bei gleichzeitig effizienter Kühlung der relevanten Bauteile.«

Eingebaut in ein funktionales, fast abweisendes Glasfassadengebäude auf dem Magdeburger Universitätscampus ist es das hochtechnologische Kernstück des Instituts für Kompetenz in AutoMobilität GmbH IKAM am Standort Magdeburg. Als eine Art Schnittstelle zwischen universitärer Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung von Unternehmen der Automobilindustrie, führt das Institut die Anforderungen des Marktes mit Möglichkeiten der Wissenschaft zusammen. Dabei kooperieren die Wissenschaftler der Universität Magdeburg eng mit den Ingenieuren der Zulieferbetriebe in Sachsen-Anhalt und den Fahrzeugherstellern.



Erste Prototypen des neuartigen Radnabenmotors haben die Ingenieure gemeinsam mit Partnern aus dem Forschungs-Transferschwerpunkt AUTOMOTIVE der Universität Magdeburg bereits entwickelt und getestet. Dazu nutzten Prof. Roland Kasper und seine Kollegen eine hochsensible und komplexe Messtechnik: den Antriebsstrangprüfstand. Hinter diesem sperrigen Namen verbirgt sich das zentrale Verbindungsstück – eine Art Scharnier – zwischen universitärer Forschung und den Automobilisten der Region. Dieser Prüfstand ist eine Art Allzweckwaffe, die Leistung und Wirkungsgrade von Motoren und Getrieben misst, zuverlässig untersuchen kann, ob beim Bremsen eines Elektromotors wieder genug Energie in die Batterie fließt oder die Funktionalität der Sicherheitsfunktionen überprüft. Auf diesem Prüfstrang können Fahrzeuge quasi im Dauerbetrieb fahren und so ihre Haltbarkeit oder die Festigkeit von Materialien und Getrieben geprüft werden.



Name der abgebildeten Person
Foto: Name des Urhbers

Während sich die Ingenieure auf dem Universitätscampus mit neuen Antriebstechnologien beschäftigen, werden im IKAM Antworten auf Fragen gefunden, die der Automobilmarkt stellt. »Die Universität einerseits bringt exzellente Forschungsergebnisse hervor. Die Unternehmen andererseits beweisen sich täglich aufs Neue am Markt«, so der Geschäftsführer der IKAM GmbH, Dr. Stefan Schünemann. »Beides im Innovationsprozess enger zusammen zu bringen, ist eine enorme Aufgabe. Wir leisten dazu einen Beitrag im Branchenschwerpunkt Automotive.« Als Partner für Antriebstechnik, Elektromobilität, Leichtbau sowie Mess- und Prüftechnik bietet das Institut ein breites Spektrum an Kompetenzen für Unternehmen, Hochschulen und öffentliche Auftraggeber.

»Der Transfer verläuft quasi in zwei Richtungen, aber immer durch das IKAM hindurch«, so Schünemann. »Die eine Route führt aus der universitären Forschung heraus und in die Unternehmen und sorgt für die Marktreife. Die andere Richtung kanalisiert Anfragen aus der Wirtschaft und sorgt dafür, dass Unternehmer für ihr Problem die richtigen Lösungen finden.« So könnten Unternehmen hier Prototypen herstellen, zum Beispiel durch Strahlschmelzen, ein innovatives Verfahren zur Herstellung von metallischen Bauteilen aus Metallpulver im 3-D-Druck. »Wir haben die Technologie und Unternehmen nutzen sie und vermeiden Ressourcen fordernde und zeitaufwändige Gussprozesse.«

Der Radnabenmotor hat seinen Praxistest auf dem Antriebsstrangprüfstand im IKAM bestanden. Mit Unterstützung der ELISA-Initiative des Landes Sachsen-Anhalt wurden gemeinsam mit der Elektromotoren und Gerätebau Barleben GmbH erste Prototypen gebaut und auf der Straße getestet. Bei einer Masse von 20 Kilogramm, inklusive Leistungselektronik und Kühlmedium, erreichten sie eine Dauerleistung von je 40 kW. Mal vier genommen, entspricht das einem sehr gut motorisierten Sportwagen mit hohem Beschleunigungsvermögen, so Kasper. »Wenn man von einem durchschnittlichen Verbrauch von 15 kWh pro 100 km ausgeht, dann reicht eine Batterie mit 30 kWh also für 200 km. Ein i3 von BMW hat z. B. eine Batterie mit 23 kWh. Ein Tesla speichert 70 kWh, was für knapp 500 km reichen sollte.«

Derzeit wird der Prototyp mit Industriepartnern zur Marktreife geführt. Neben dem Antreiben von Elektroautos eignet sich der ultraleichte E-Motor auch für E-Bikes, elektrische Aggregate und Maschinen sowie Generatoren aller Art.

Doch wie lange wird es noch dauern, bis wir mit dem Elektroauto von Mitteldeutschland bis nach Mailand fahren können? Welche Antriebsarten werden sich wirklich durchsetzen und was bestimmt letztendlich unsere Mobilität im 21. Jahrhundert? Eindeutige Antworten auf diese Fragen gebe es nicht, sagt Automobilexperte Prof. Kasper. Zu viele Faktoren spielten dabei eine Rolle. Doch er sei zuversichtlich, dass die Elektromobilität doch etwas schneller kommen werde, als es die großen Automobilhersteller derzeit annehmen. »Ingenieure sind kreativ und ausdauernd. Wenn sie sich einmal etwas vorgenommen haben, dann lassen sie nicht so schnell locker.«



'Wasser marsch!

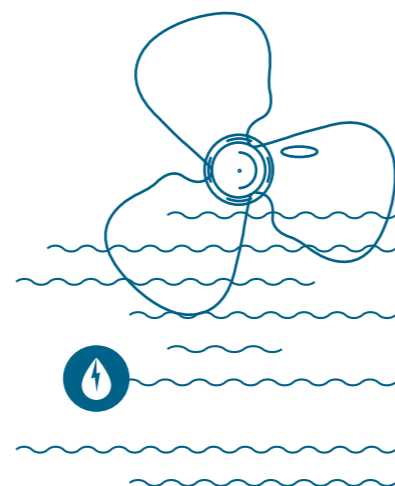


STRÖMUNGSMECHANIKER
OPTIMIEREN INNOVATIVE
KLEINSTWASSERKRAFTWERKE

HEIKE KAMPE



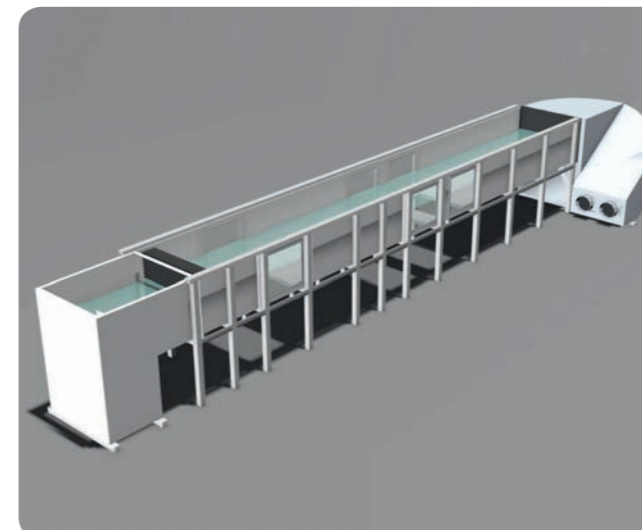
Name der abgebildeten Person
Foto: Name des Urhbers



Wasserkraft liefert sauberen Strom ohne CO2-Emissionen. Doch ihr Anteil am deutschen Strommix lag im Jahr 2014 bei lediglich 3,4 Prozent. Mithilfe innovativer Technologien könnte sich dies bald ändern. »Klein und mobil« heißt dabei die Devise.

Wissenschaftler der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg untersuchen neuartige Kraftwerke, die die Stromgewinnung aus Wasserkraft revolutionieren könnten. Die Grundlagen dafür liefern uralte Techniken. Zahlreiche Wassermühlen im Bereich der Elbe rund um Magdeburg nutzten die Kraft des Wassers bereits vor Jahrhunderten und versorgten die Bevölkerung mit Produkten des Mahl- und Schleiferhandwerks. Doch die Schiffs- und Flussmühlen unserer Vorfahren haben mit den neuen Wasserkraftanlagen nur noch wenig gemein. Er ist etwa acht Meter lang, fünf Meter breit, schwimmt wie ein Katamaran auf zwei Kufen und in seiner Mitte dreht sich ein Wasserrad mit langen, schmalen Schaufeln – der »River Rider®« ist ein Mikro-Wasserkraftwerk. Verankert und auf einem Fluss schwimmend, wandelt er die Fließkraft in Strom um und produziert so permanent rund fünf Kilowatt Ökostrom aus erneuerbaren Energien. 2011 wurde ein Prototyp des schwimmenden Mini-Wasserrades, das von der Talsperren Wasserkraft Sachsen-Anhalt GmbH betrieben wird, am Auslauf der Wendefurth Talsperre im Harz eingeweiht.

Der »River Rider®« ist nur eines von zahlreichen kleindimensionierten Kraftwerken, die derzeit hauptsächlich als Prototypen auf deutschen Fließgewässern getestet werden. Sie heißen »Energy Floater«, »Smart Hydro POWER« oder »Entertainer™« und sie haben vieles gemeinsam: Sie sind klein, produzieren Strom aus Wasserkraft und sind mobil einsetzbar. Im kürzlich gestarteten regionalen Wachstumskern »Fluss-Strom-Plus« soll in den kommenden drei Jahren genauer untersucht werden, wie diese stromproduzierenden Minikraftwerke optimiert werden können, um zukünftig im größeren Maßstab Strom zu produzieren. Unter der Leitung der Universität Magdeburg beteiligen sich sieben Forschungseinrichtungen und 19 Industriepartner an verschiedenen Projekten, die der Energieerzeugung durch Flusskraftwerke zur Renaissance verhelfen sollen. »Es gab im Bereich der Elbe bei Magdeburg früher zahlreiche Wassermühlen. Nun wollen wir daran anknüpfen und das Thema mit Wasserbauexperten vorantreiben«, erklärt Mario Spiewack, Sprecher des Bündnisses und Projektleiter der Experimentellen Fabrik Magdeburg. Ingenieure, Maschinenbauer, Strömungsexperten, Stoffwissenschaftler und Gewässerökologen sind am Verbundprojekt beteiligt. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert das Vorhaben.



Bildbeschreibung
Foto: Name des Urhbers



Bildbeschreibung
Foto: Name des Urhbers

Am Lehrstuhl für Strömungsmechanik und Strömungstechnik bearbeiten unter Federführung von Professor Dominique Thévenin drei Nachwuchswissenschaftler einen technischen Aspekt des Themas. Innerhalb ihrer Promotionen untersuchen Olivier Cleynen, Stefan Hoerner und Nils Lichtenberg jeweils eines der neuartigen Systeme. Neben dem »River Rider®« betrachten sie eine vertikale Wasserturbine – eine sogenannte Darrieus-Turbine – und ein stromproduzierendes »Fischfreundliches Wehr«. Dieses stellt eine stromproduzierende Alternative zur Fischtrappe dar – ebenfalls ein Novum. »Während Fischtrappen die Wanderung der Fische ermöglichen, aber dabei Kosten verursachen, produziert das »Fischfreundliche Wehr« gleichzeitig Strom und amortisiert sich so über die Zeit«, beschreibt Nils Lichtenberg das Prinzip.

Für die Fragestellung der drei Wissenschaftler ist die Bewegung des Wassers entlang der Turbinen, Schaufeln und Schwimmkörper entscheidend. Wo bilden sich Wirbel, wie hoch ist die Geschwindigkeit und welche Richtung nimmt das Wasser auf seinem Weg? Diese Fragen beantworten sie mit Computermodellen, in die alle relevanten geometrischen Parameter der Geräte einfließen. Das Zusammenspiel zwischen Kraftwerk und vorbeiströmendem Wasser wird in einer Simulation dargestellt, das auf dem Bildschirm als Muster aus roten, gelben und blauen Flächen erscheint, die sich um die Bauelemente der Wasserräder und Turbinen bilden. Die Forscher können aus ihnen die Strömungsverhältnisse ablesen und feststellen, welche geometrischen Formen optimiert werden können, damit die Stromausbeute besser wird.





Name der abgebildeten Person
Foto: Name des Urhbers



Name der abgebildeten Person
Foto: Name des Urhbers

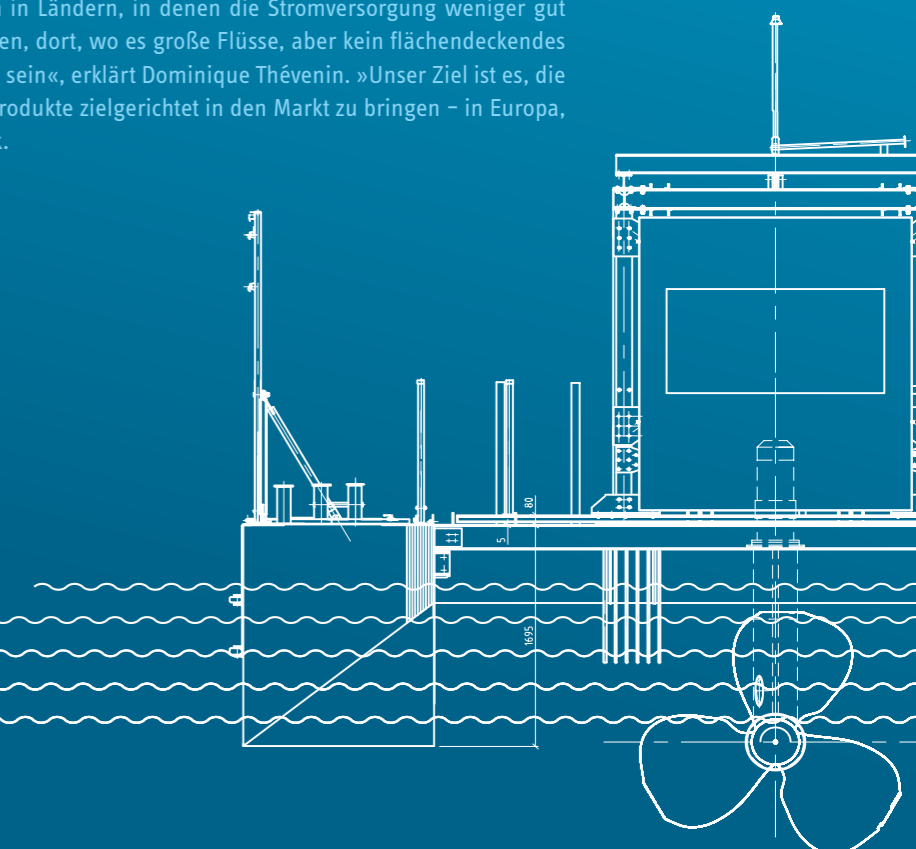
Hinter dem Verfahren, das als »Computational Fluid Dynamics« (CFD) bezeichnet wird, stecken hochkomplexe mathematische Vorgänge. Die komplizierten Berechnungen mit Navier-Stokes-Gleichungen, die das Fließverhalten von Flüssigkeiten und Gasen beschreiben, erfordern Höchstleistungen von Rechner und Speicher. »Wir haben zwei verschiedene Phasen – das Wasser und die Luft – und es ist sehr schwierig, die einzelnen Größen zu quantifizieren und über das Computermodell zu beschreiben«, betont Olivier Cleynen. »Die genauen mathematischen Lösungen haben wir nicht. Deshalb versuchen wir mit speziellen Verfahren möglichst genaue numerische Antworten zu finden.« Millisekunde für Millisekunde und Millimeter für Millimeter berechnen die Modelle das Strömungsverhalten des Wassers. Geschwindigkeit, Druck oder Wellenhöhe sind einige der Größen, die die Forscher aus den Modellen erhalten. Hunderte Parameter fließen ein. Dementsprechend langwierig ist das Prozedere.

Wie das Wasser an »River Rider«, Darrieus-Turbine und Fischwehr entlang strömt, beobachten die Wissenschaftler jedoch nicht nur digital am Computer. Derzeit entsteht am Institut ein Wasserkanal, in dem kleine Modelle der Kraftwerke getestet werden können. Die Messrinne ist zehn Meter lang und etwas breiter als einen Meter. Entsteht am Computer ein optimiertes Modell einer Turbine, kann diese im Miniaturformat im Kanal getestet werden. Um das Strömungsverhalten sichtbar zu machen, befinden sich im Wasser unzählige winzige Partikel, die mithilfe von Laserstrahlen visualisiert werden. Kameras nehmen die Strömungsbewegungen aus mehreren Blickwinkeln auf. So können die Forscher feststellen, ob sich das Modell tatsächlich so, wie in der Simulation vorhergesagt, verhält. Anschließend fließen die Ergebnisse wieder in die Simulation ein: »Mit den Messdaten, die wir über diesen Kanal gewinnen, können wir unser Simulationsmodell kalibrieren«, beschreibt Stefan Hoerner das Verfahren. Am Ende des Prozesses steht im Idealfall ein optimiertes Wasserrad, das die Kraft des Wassers so effizient wie möglich nutzt und in Strom umwandelt.

»River Rider®« und Co haben jedoch nicht nur Fragen der Effizienz und Wirtschaftlichkeit standzuhalten. Es gibt strenge gesetzliche Vorgaben, die den Schutz der Gewässer und ihrer Ökologie absichern sollen. »Die Kraftwerke müssen ohne ein Aufstauen des Wassers arbeiten können, die Schiffbarkeit muss erhalten bleiben und die Fische dürfen nicht beeinträchtigt werden«, zählt Dominique Thévenin die Voraussetzungen und Herausforderungen auf. Jedes der Systeme, die im Wachstumskern untersucht werden, erfüllt all diese Punkte. Dennoch muss derzeit noch für jeden einzelnen Standort, an dem eines oder mehrere der Kraftwerke installiert werden, aufwendig überprüft werden, ob etwa keine Fische zu Schaden kommen. Für die möglichen Betreiber der Kraftwerke bedeutet dies einen immensen Kostenaufwand.

»Vom Einfluss auf das Fließgewässer her sind sie alle mit kleinen Schiffen oder Booten vergleichbar«, verdeutlicht Stefan Hoerner. Die schwimmenden Kraftwerke passen sich dem jeweiligen Pegel an und lassen aufgrund ihrer geringen Größe und Wassertiefe genug Raum für vorbeischwimmende Fische. »Sie sind nicht mit einem konventionellen Laufwasserkraftwerk zu vergleichen, wo meist ein Damm errichtet wurde, um das Wasser aufzustauen, die Strömung zu kanalisieren und das gesamte Wasser durch die Turbine zu leiten«, so Hoerner. »Der Nachteil ist natürlich, dass wir im Vergleich viel weniger Energie gewinnen«, macht Olivier Cleynen deutlich.

Dennoch sieht Dominique Thévenin in den Kleinstkraftwerken das Potential, einen wichtigen Baustein in der Energiewende bilden zu können – wenn sie optimiert und so effizient wie möglich gestaltet werden, zudem möglichst lange wartungsfrei funktionieren und die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Genehmigung angepasst werden. »Es ist eine Frage der Qualität und der Quantität«, verdeutlicht der Wissenschaftler. Einst könnten etwa viele der einzelnen Elemente hintereinander aufgereiht werden und so eine ganze Flotte stromproduzierender Einheiten bilden. »Wasserkraft ist grundlastfähig«, betont Stefan Hoerner den entscheidenden Vorteil. »Im Gegensatz zu Sonne oder Wind ist sie fast immer verfügbar und belastet das Stromnetz nicht mit großen Schwankungen, sondern stabilisiert die Erzeugerseite.« Anwendungsmöglichkeiten der neuen Wasserkraftanlagen sehen die Wissenschaftler nicht nur in Deutschland und in der EU sondern vor allem in Ländern, in denen die Stromversorgung weniger gut ausgebaut ist: »In Afrika, Südamerika oder Asien, dort, wo es große Flüsse, aber kein flächendeckendes Stromnetz gibt, können sie von großem Nutzen sein«, erklärt Dominique Thévenin. »Unser Ziel ist es, die entwickelten Technologien und angestrebten Produkte zielgerichtet in den Markt zu bringen – in Europa, aber auch weltweit«, bestätigt Mario Spiewack.





'Sicher mit Robohead



DIGITAL ENGINEERING SCHLÄGT EINE BRÜCKE ZWISCHEN
INGENIEURWISSENSCHAFTEN UND INFORMATIK

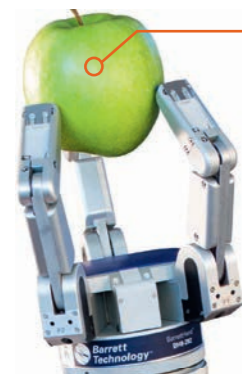
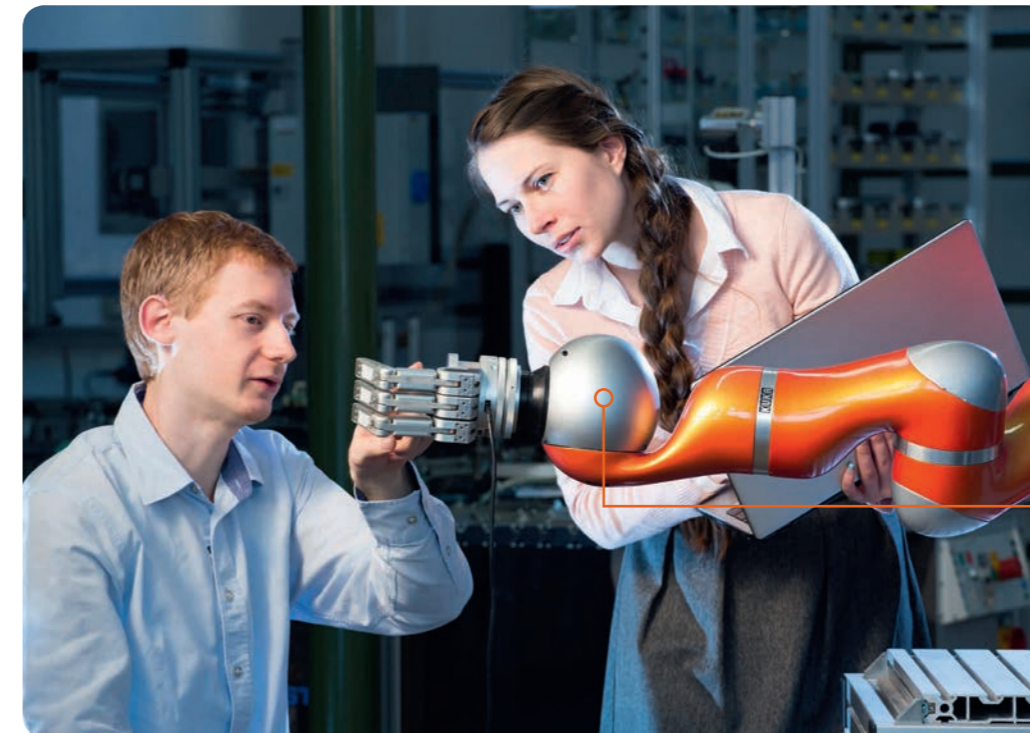
HEIKE KAMPE



Name der abgebildeten Person
Foto: Name des Urhbers

Die digitale Welt hat mehr Einzug in die Industrie gehalten als man vielleicht denken mag. Fast alle modernen Produkte werden heute mit Softwareprogrammen geplant und optimiert. Dies reicht von technischen Zeichnungen mit Computer-Aided-Design (CAD) über automatische Herstellung von Prototypen bis hin zur Verwendung digitaler Modelle bei der Fabrikplanung. Aber diese Tätigkeiten sind nur die sprichwörtliche Spitze des Eisberges. Die effiziente Nutzung regenerativer Energien, kraftstoffsparende Automobile mit Start-Stop-Automatik oder auch voll-automatisierte Logistikzentren sind alle nur durch hocheffiziente und intelligente Zusammenarbeit von Software und technischem System möglich – digitalem Engineering also. Die Symbiose zwischen Ingenieurwissenschaften und Informatik forciert jedoch nicht nur innovative Methoden in der industriellen Fertigung, sondern ermöglicht beispielsweise neue Lösungskonzepte beim Einsatz von Sicherheits- und Rettungskräften.

In den Fakultäten für Informatik und Elektrotechnik sind die verschiedensten dieser Maschinen vorhanden. Von sehr kleinen Mini-Robotern mit Kameras bis hin zu manngroßen Knickarmrobotern. Gerade in der Robotik sieht Frank Ortmeier ein wichtiges Zukunftsfeld des Digital Engineering. »Derzeit führen Industrieroboter meist standardisierte, einfache Aufgaben an Fertigungsstraßen durch: Entweder sie schweißen, schrauben, kleben oder führen andere simple Tätigkeiten aus.«

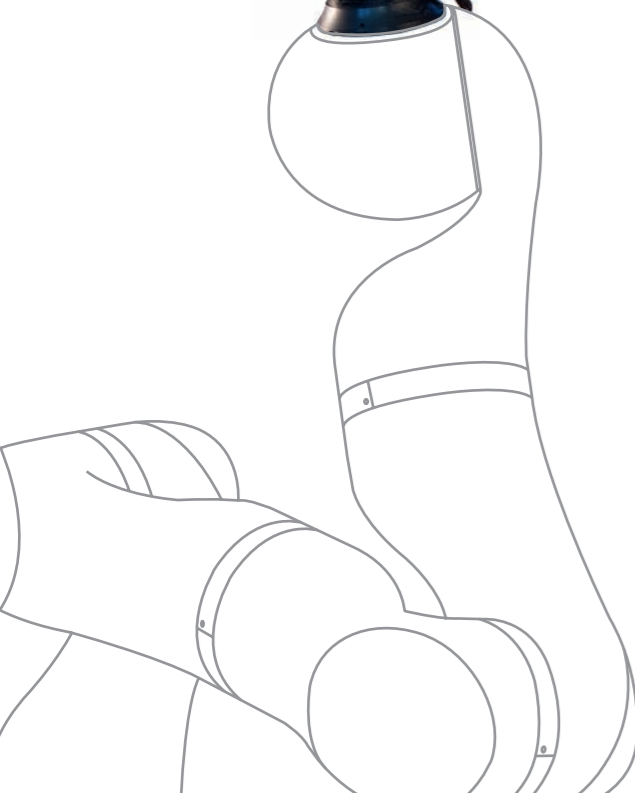


Ein Unfall in einer Fabrik: Feuer ist in irgendeinem Winkel eines großen und unübersichtlichen Gebäudes ausgebrochen. Die anrückende Feuerwehr hat keinen Gebäudeplan zur Verfügung und muss sich in einem Gewirr aus Fluren und Räumen mühsam orientieren. Das Feuer soll lokalisiert und schnell gelöscht werden – doch wie? Das ist die Kernexpertise eines Digital Engineers. Bereits die Masterstudenten des Studiengangs Digital Engineering müssen für solche praktischen, interdisziplinären Probleme Lösungen finden. Dazu verknüpften die angehenden Digital Engineers Instrumente der klassischen Ingenieurwissenschaften mit digitalen Werkzeugen und präsentierten schließlich eine bestechend einfache, innovative Lösung.

Fast man die Einsatzkräfte als mobile Roboter oder Agenten auf, so stellt sich nur die Frage, wie man solche Agenten effizient in einer unbekanntem Umgebung lokalisiert. Dazu existieren Standardverfahren aus der Robotik und Informatik. Digitales Engineering bedeutet nun diese für den neuen Anwendungsfall in innovativer Weise nutzbar zu machen. »Der Clou an der Geschichte ist, dass die Sensoren am Helm mit einer Inertialeinheit und einem Bewegungsmodell eines Menschen versehen werden«, erklärt der Leiter des Studiengangs Digital Engineering, Frank Ortmeier. Eine Software rechnet die Wackler, die beim Gehen oder Rennen entstehen, heraus. Nur so kann ein genaues Abbild der Umgebung entstehen. Der Einsatzleiter sieht so in Echtzeit auf seinem Monitor, wie sich die Einsatzkräfte bewegen und eine Karte des Gebäudes entsteht. Flure, Treppen und Räume werden grafisch sichtbar – der Überblick ist schnell hergestellt. »Das ist klassisches Digital Engineering«, betont der Wissenschaftler und zeigt dann auf einen unscheinbaren Industrieroboter.



Doch eigentlich könnten die hochkomplexen Geräte sehr viel mehr, als an Fließbändern Großserien mit den immer gleichen Arbeitsschritten anzufertigen. »Der Roboter ist die flexibelste Werkzeugmaschine, die wir heute haben«, verdeutlicht Ortmeier. »Er wird aber fast ausschließlich eingesetzt, um immer dieselben Arbeitsschritte am Fließband auszuführen. In Kleinserien kommt er praktisch nicht vor.« Warum ist das so? »Die Antwort ist recht einfach«, schmunzelt der Software-Ingenieur. »Ein kleiner Industrieroboter kostet in der Anschaffung dreißig- bis vierzigtausend Euro. Und die Programmierung für einen Arbeitsschritt kostet noch einmal die gleiche Summe.« Diese Kosten fallen aber immer wieder an, wenn der Roboter eine neue Aufgabe übernehmen soll. Deshalb ist ein kosteneffizienter Einsatz praktisch nur in Großserien möglich.





Dabei seien aus informatischer Sicht Roboterprogramme recht simpel, weil sie im Wesentlichen aus einer einzigen sich immer wiederholenden Schleife bestünden. Software effizienter zu entwickeln sei gerade dann, wenn es um die technischen Anwendungen geht, eine wichtige Zukunftsaufgabe des Digital Engineers. Aktuell arbeiten deshalb die Wissenschaftler aus Ortmeiers Gruppe gemeinsam mit Experten aus der Regelungstechnik um Professor Rolf Findeisen aus der Elektrotechnik an einem Verfahren, das die Kosten für die Programmierung weitgehend eliminieren soll. Die Kernidee des Projekts ist es, die Steuerprogramme und Regler für die Roboter automatisch durch einen Computer »programmieren« zu lassen. Der Mensch müsste dann nur noch ein entsprechendes Ziel vorgeben, den Rest würden die Roboter selbst erledigen. Digitales Engineering eben. »Auf akademischer Ebene haben wir das bereits erfolgreich publiziert, nun geht es darum, diese Ideen in praktische Innovationen umzusetzen« erklären die Wissenschaftler ihr nächstes Ziel. Innerhalb der nächsten drei Jahre soll – nach dem Beweis der theoretischen Machbarkeit – in einem Transferprojekt eine vollkommen neue Art der Programmierung erstmals in die industrielle Praxis eingeführt werden.

Diese Beispiele zeigen, welches Potential in der Verknüpfung von technischen und digitalen Werkzeugen steckt. Die Nutzung digitaler Methoden hat sich auch und gerade in der Produktentwicklung und in der Produktion in den letzten Jahren rasant entwickelt. Neben den verschiedenen Ingenieursdisziplinen ist die Informatik das wichtigste Werkzeug eines Digital Engineer. »Es ist nicht zwingend notwendig, dass ein Digital Engineer Programmiersprachen beherrscht«, erklärt Frank Ortmeier. »Aber er muss verstehen, wie Programmierer arbeiten, welche Informationen sie benötigen und was moderne IT leisten kann.« Diese Kompetenzen vermittelt die Otto-von-Guericke Universität aber nicht nur ihren Studenten. Ganz neu wurde am »center for digital engineering, management and operations« der Universität ein Programm etabliert, das es auch Berufstätigen und Firmen erlaubt in speziellen Blockveranstaltungen ihr Wissen im Bereich digitales Engineering auf den neuesten Stand zu bringen.



cedemo – center for digital engineering, management and operations
Robotik, Elektromobilität, Industrie 4.0, Produktdesign – die Einsatzfelder von digitalen Ingenieuren sind vielfältig. Der fachliche Hintergrund ist es ebenfalls. An der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg werden im cedemo Forschung, Ausbildung und Vernetzung im Bereich Digital Engineering gebündelt. Insgesamt 12 Lehrstühle aus den Fakultäten für Informatik, Ingenieurwesen und Elektrotechnik arbeiten hier seit 2005 eng mit Gruppen aus dem Fraunhofer-Institut für Farbikbetrieb und –automatisierung (IFF) eng zusammen, um neben interdisziplinären Forschungsprojekten auch Weiterbildungsangebote für Ingenieure zu realisieren. Auch einen internationalen Masterstudiengang Digital Engineering bietet das Zentrum an. Weiter Informationen im Internet unter www.cedemo.de.



»Die Digital Engineering-Experten vom Fraunhofer IFF entwickeln in ihrem Virtual Development and Training Centre VDTC komplexe virtuelle Welten, vor allem für produzierende Unternehmen. Im Elbe Dom, einem 360 Grad Projektionslabor können sie in beliebigen Maßstab dreidimensional dargestellt werden.«

Foto: Dirk Mahler / Fraunhofer IFF



'Auf der Suche nach dem Glück



MAGDEBURGER SOZIOLOGE
DEFINIERT GLÜCKSFORMEL

KATHREIN GRAUBAUM



Haben+ Liebe+Sein = Glück*

Dieser Wissenschaftler ist ein Medienstar. Fernsehen, Radio und Zeitungen – alle wollen ein Interview mit dem Magdeburger Glücksforscher Jan Delhey. Die meistgestellte Frage ist selbstredend die nach der Formel für ein zufriedenes und glückliches Leben. Seit Beginn 2015 lehrt und forscht der Soziologe an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg – und ist glücklich darüber, in Magdeburg zu sein.

Was macht das Glück mit einem Menschen, der sich berufsmäßig mit diesem Hochgefühl beschäftigt? Jan Delhey muss lachen und denkt kurz nach: »In guten Momenten hilft es mir, stärker zu reflektieren, was ich gerade tue und dass mir der Ärger jetzt gar nichts bringt. Aber in vielen anderen Momenten macht es gar nichts mit mir«, sagt der Professor, der im März 2015 auf den Lehrstuhl für Allgemeine Soziologie und Makrosoziologie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg berufen wurde. Zuvorderst sei es der Sport, der seine Glücksgefühle anrege. Auf dem Sattel seines Fahrrades habe er von Magdeburg schon mehr gesehen als von Bremen während seiner achtjährigen Zeit dort als Professor an der Jacobs University, sagt er.

Das grüne Magdeburg an dem blauen Band der Elbe macht also einen guten Eindruck auf einen Neuankömmling? Der Glücksforscher nickt. Die Stadt Magdeburg mit ihrem Wohlfühlfaktor Natur sei durchaus ein positiver Bestandteil der objektiven Lebensbedingungen. Und zu seinem subjektiven Wohlbefinden, meint er, trage auch die Stelle am Institut für Soziologie bei. Delheys Forschungsthemen hier sind Lebensqualität, Vertrauen, soziale Ungleichheit und europäische Integration.

Im 25. Jahr nach der deutschen Wiedervereinigung kann Jan Delhey rückblickend sagen: Ohne die politische Wende 1989 wäre sein Leben mit Gewissheit anders verlaufen. Im Süden Deutschlands, an der Grenze zur Schweiz, ist er aufgewachsen. Räumlich weit weg von Ostdeutschland, war für ihn als Kind einzig die »Leipziger Messe« ein Bezugspunkt zur DDR. »Mein Vater ist jedes Jahr dorthin gefahren«, erzählt er.

Die Grenzöffnung allerdings hat Jan Delhey in Bamberg erlebt. »Als die Trabis in die Stadt fuhren und bejubelt wurden, war das für uns Soziologiestudenten ein ganz besonderes Erlebnis«, erinnert sich der Wissenschaftler und ist gedanklich ganz nah bei seiner Forschung: »Ob man Umbrüche in der Gesellschaft oder im eigenen Lebenslauf als Herausforderung oder als Bedrohung empfindet, hängt stark von der existenziellen Sicherheit ab. Und die war nach der Wiedervereinigung für viele im Osten mit dem Niedergang der Betriebe gefährdet.«

Ohne Wendezeit undenkbar auch das Thema seiner Promotion, die sich mit den Umbrüchen in Osteuropa befasste, mit sozialer Ungleichheit und der Bewertung der Lebensbedingungen nach der Wende.

Sieben osteuropäische Länder hat er miteinander verglichen. »Auf die DDR bezogen«, sagt er, »hatten sich die individuellen Lebensbedingungen relativ schnell denen im Westen angepasst. Aber wegen der geringeren Wirtschaftskraft ist immer eine Lücke zu Westdeutschland geblieben.« Ist der Veränderungsprozess also für die neuen Bundesländer ein Aufholprozess? »In vielerlei Hinsicht schon«, entgegnet der Soziologe. »Allerdings hat die Wiedervereinigung auch den Westen modernisiert. Als Beispiel möchte ich das Netz frühkindlicher Betreuung nennen. Unter einem gesellschaftlichen Aspekt fördert die Infrastruktur für Betreuung auch die Gleichstellung von Mann und Frau. Meine Mutter hatte ihren Beruf aufgegeben, nachdem wir Kinder geboren waren. In der DDR war es für die Mütter eine Selbstverständlichkeit, bald wieder in ihren Beruf zurück zu kehren.«

Und wann ist Jan Delhey ausgezogen, das Glück zu suchen? »Ich kam eigentlich durch meinen Doktorvater Wolfgang Zapf auf dieses Thema. Er hatte die amerikanische Glücksforschung in den 1970er-Jahren nach Deutschland geholt. Damals war das »subjektive Wohlbefinden« noch ein völlig neuer Begriff«, erzählt Delhey und dass er dieses Forschungsgebiet bis heute interessant und spannend findet. Denn, »glücklich zu sein« sei erst in der wohlhabenden Gesellschaft zum zentralen Lebensziel der Bevölkerung geworden.

Der Wissenschaftler hat sogar eine Formel dafür entwickelt: HABEN+LIEBE+SEIN=GLÜCK. »Menschen sind dann glücklich, wenn sie ausreichend Geld zur Existenzsicherung haben, wenn sie gute soziale Kontakte zum Partner, zur Familie, zu Freunden haben und, wenn sie einen Sinn in ihrem Leben sehen«, sagt der Wissenschaftler.

Auch vor der Wende sei dieses Glücksrezept mit seinen Grundzutaten für Ost- und Westdeutschland gleichermaßen gültig gewesen. »Im Osten wurden die materiellen Lebensbedingungen etwas höher bewertet, weil das Ausgangsniveau niedriger lag als im Westen. Aber jeder konnte seine Glücksnische finden. Der persönliche Nahbereich war den meisten Menschen wichtiger als die Politik«, weiß Delhey. »Nach der Wende haben Gesundheit, Partnerschaft, Familie und der Job an Bedeutung für die Lebenszufriedenheit gewonnen. Je reicher die Gesellschaft, umso weniger wichtig sind die materiellen Dinge.«

Mit seinen internationalen Umfragen zur Lebenszufriedenheit hat der Soziologe als erster seines Fachgebiets nachgewiesen, dass den Menschen der gesellschaftliche Zusammenhalt enorm wichtig ist für ihr subjektives Wohlbefinden. »Der Mensch funktioniert eben nicht wie ein Homo oeconomicus«, sagt Delhey und verweist auf eine Studie, die er mit Kollegen von der Jacobs University für die Bertelsmann-Stiftung durchgeführt hat. »In den Bundesländern, in denen der gesellschaftliche Zusammenhalt stark ist, bewerten die Menschen ihr Leben im Durchschnitt positiver. Je mehr Zusammenhalt, desto besser.«

Die große gesellschaftliche Frage sei es nun, wie man es schafft, den Zusammenhalt zu fördern, meint der Soziologe. Das interessiere mittlerweile sogar die Wirtschaftswissenschaftler.

**Glücksformel*

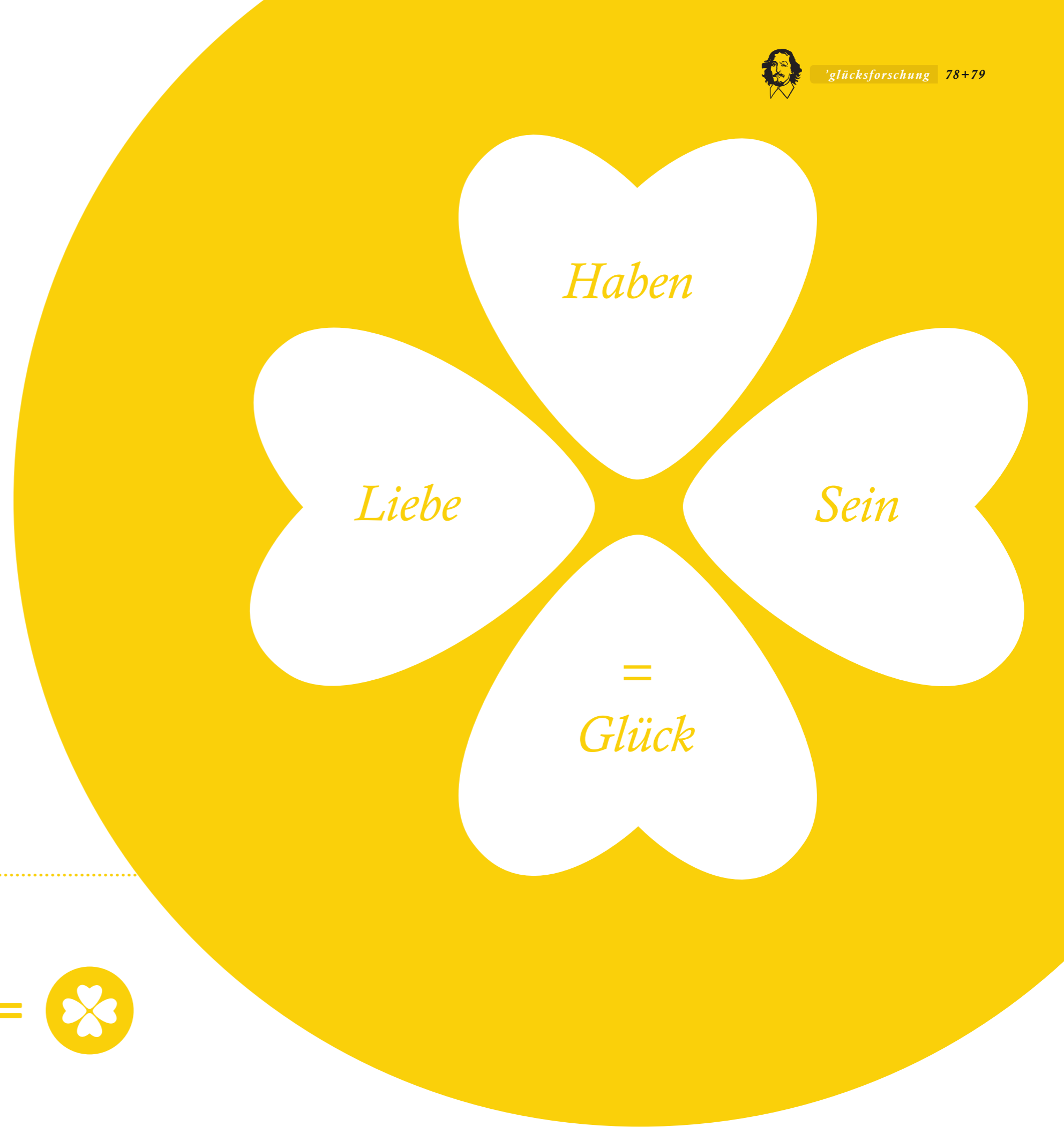


Stimmt es, dass sich Bundeskanzlerin Angela Merkel vom Glücksforscher Delhey beraten ließ? Der lächelt. »Na ja. Die Kanzlerin selbst ist nicht auf der Suche nach dem persönlichen Glück. Die Bundesregierung wollte im Zuge ihrer Kampagne, »Gut leben – Lebensqualität in Deutschland« dem Thema Lebensqualität einen höheren Stellenwert geben und dafür ein Indikatorensystem entwickeln.

Stabsmitarbeiter ließen sich von einem Expertengremium beraten, und ich war auch dazu eingeladen. Umgesetzt wurden dann u. a. die Bürger-Dialoge mit der Regierungschefin.«

Die Suche nach dem Glück bleibt ein Dauerbrenner? »Ja sicher. Jeder will ein glückliches Leben führen. Damit wächst aber auch die Unsicherheit, wie man leben soll, denn die Lebensformen und -verläufe sind weniger verbindlich als früher,« sagt Jan Delhey.

Fazit: Das Individuelle, das Unberechenbare bleibt wohl eine »Unbekannte« in der Glücksformel.





'MARS forscht schwereelos



WISSENSCHAFTLER EXPERIMENTIEREN IN
DER SCHWERELOSIGKEIT, UM RÄTSEL DER BIOLOGIE
UND PHYSIK ZU LÖSEN

UWE SEIDENFADEN



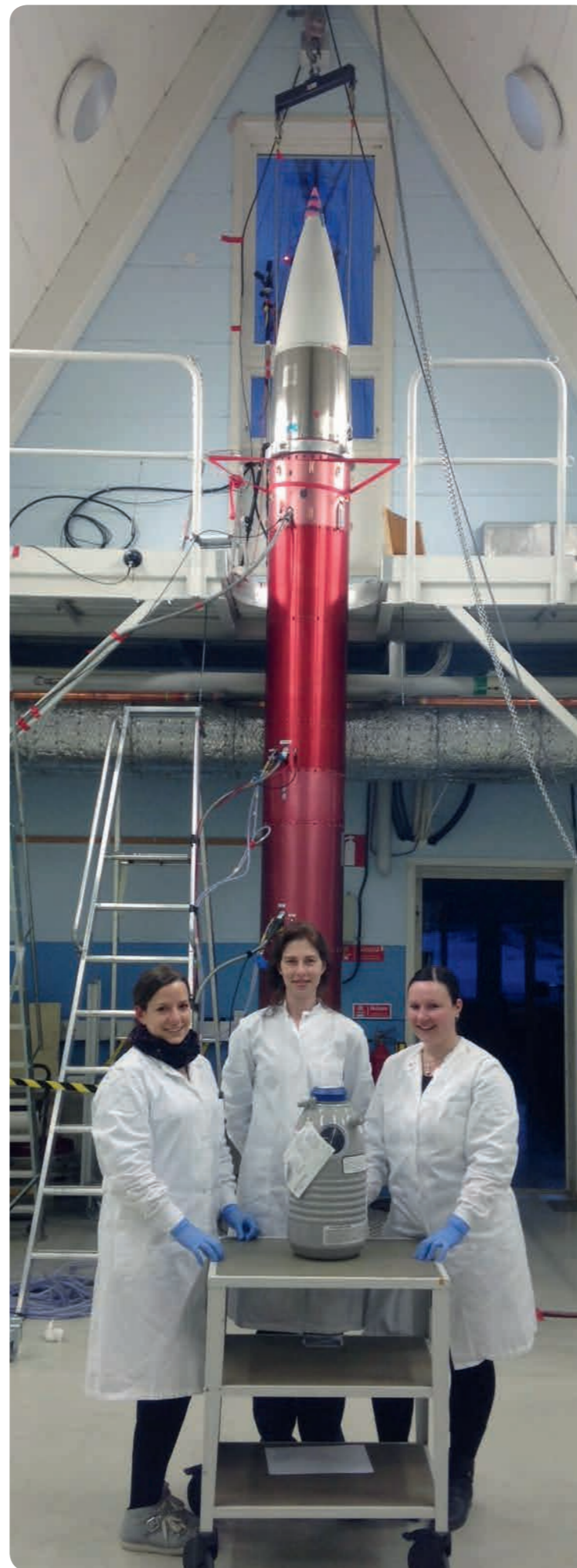


Junge Forscher wollen Neues entdecken und scheuen dafür keine Hürden. MARS – die Magdeburger Arbeitsgruppen für Forschung unter Raumfahrt- und Schwerelosigkeitsbedingungen – bietet jungen Wissenschaftlern diese Möglichkeit. Forschungsarbeiten auf den Gebieten der Biologie, Immunologie, der experimentellen Physik und der angewandten Ingenieurwissenschaften ermöglichen den jungen Wissenschaftlern auch Arbeiten in namhaften Raumfahrtzentren der Welt.

Dass die Magdeburger ihr Forschungsnetzwerk nach dem roten Nachbarplaneten benannt haben, dürfte kein Zufall sein, gilt der Mars doch als das herausforderndste Ziel zukünftiger Raumfahrer. Vorerst müssen diese sich aber mit der Internationalen Raumstation begnügen. Vor zwei Jahren riefen sieben Professoren und Mitarbeiter aus vier Fakultäten der Otto-von-Guericke-Universität das wissenschaftliche Netzwerk MARS ins Leben. Es finanziert sich vollständig aus Drittmitteln. Geldgeber sind unter anderem die Deutsche Forschungsgemeinschaft, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und die Europäische Weltraumorganisation (ESA). Wenngleich auf sehr unterschiedlichen Arbeitsfeldern tätig, vereint die »MARSianer« aus Magdeburg doch eine Grundvoraussetzung für ihre Arbeit: die Schwerelosigkeit – genauer gesagt: die Mikrogravitation. Sie tritt nicht nur bei im Erdorbit antriebslos kreisenden Raumschiffen auf, sondern auch bei allen anderen Körpern, die frei in einem Gravitationsfeld fallen. Auf der Erde können die Bedingungen für die Mikrogravitation leider nur für kurze Zeiträume geschaffen werden. Dennoch kann sich das lohnen, zum Beispiel, um Experimente auf den Flug ins All vorzubereiten und, um einige grundlegende Dinge vorab zu testen.

SCHWERELOSIGKEIT AUF DIE SPITZE GETRIEBEN

Eine Möglichkeit sind Experimente im Bremer Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM). Die Versuche finden in einem 146 Meter hohen Turm statt, der nur auf den ersten Blick dem Minarett einer islamischen Moschee ähnelt. Im Inneren befindet sich eine Vakuum-Röhre, durch die eine mannshohe Experimental-Kapsel nach oben geschossen wird, um danach im freien Fall zurück in einen Behälter mit abbremsendem Styropor zu fallen. Während ihres antriebslosen Fluges herrscht für 9,3 Sekunden Schwerelosigkeit – nicht viel für Experimente, aber oftmals schon ausreichend, um z. B. die Grundprinzipien des Verhaltens von Gasen, Plasmen oder dünnen Filmen in der Schwerelosigkeit zu studieren. Naturwissenschaftler der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg haben seit den 1990er-Jahren den Bremer Fallturm schon mehrfach für Experimente genutzt. Sie schätzen den Vorteil der Anlage, die Versuche optimal überwachen und wiederholen zu können. Für längere Experimente in der Schwerelosigkeit reisen die



»MARSianer« von Zeit zu Zeit nach Lappland, in den Norden Europas. Unweit der schwedischen Ortschaft Kiruna befindet sich das europäische Höhenforschungsraketenzentrum ESRANGE. Hier finden mehrmals im Jahr Starts von Feststoffraketen der Typen Texus, Rexus und Maxus statt, die auf ballistischen Flugbahnen bis an die »Grenzen« des Weltraums vorstoßen und danach zur Erde zurückfallen. Für mehreren Minuten freien Falls tritt dabei in den Raketenkapseln Schwerelosigkeit ein, die Wissenschaftler für Experimente nutzen können. Meist kann die Testkapsel nach einem etwa halbstündigen Flug in gutem Zustand geborgen und die Forschungsergebnisse ausgewertet werden. Im schlimmsten Fall stehen die Forscher nach über einem halben Jahr Vorbereitungszeit vor einem Scherbenhaufen – auch das gehört leider noch immer zur »Rocket-Science«.

VÖLLIG SCHWERELOS IM FLUGZEUGRUMPF

Ein ganz anderer Höhepunkt für jeden »MARSianer« sind Flüge an Bord des ehemaligen Kanzler-Airbus 310, in dem einst u. a. Gerhard Schröder und Außenminister Joschka Fischer um die Welt reisten. Im vergangenen Jahr wurde der A310 der Luftwaffe modifiziert und an die französische Gesellschaft NOVESPACE verkauft. Sie führt im Auftrag des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) bzw. der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) mehrmals im Jahr sogenannte Parabelflugkampagnen durch, an denen auch schon mehrfach Magdeburger Forscher teilnahmen. Der Ablauf ist prinzipiell immer gleich. Nach dem Start vom französischen Flughafen Bordeaux-Mérignac fliegt die Maschine mehrfach nacheinander auf Parabelflugbahnen, wobei einer Phase erhöhter Erdschwerkraft eine rund 22 Sekunden dauernde Flugphase mit nahezu Schwerelosigkeit folgt. Während dieser Zeit schweben die Experimentatoren ähnlich wie die Astronauten in der Raumstation mit samt ihrer Versuchsanlage im Flugzeugrumpf. Die Phase der Schwerelosigkeit endet, wenn der Pilot auf rund 6100 Metern Flughöhe den freien Fall abbremst. In der Regel ist damit aber noch nicht die Flugkampagne beendet: 30 und mehr Flugparabeln pro Flugtag sind normal, was (zum Glück sehr selten) unter den Experimentatoren manchmal auch ein »erhebendes Gefühl« im Magen hervorrufen kann. Erst wenn die Experimente alle irdischen Tests bestanden haben, besteht die Chance, sie auch während eines echten Raumflugs im Weltraum durchzuführen.



i

Ansprechpartner für das MARS-Netzwerk



Prof. Dr. Oliver Ullrich arbeitet am Anatomischen Institut der Universität Zürich und ist zugleich Honorarprofessor für Weltraumbiotechnologie an der Fakultät für Maschinenbau der Otto-von-Guericke-Universität. Er arbeitet eng mit Prof. Dr. Karl-Heinrich Grote zusammen. An der Universität Zürich leitet er eine Arbeitsgruppe, die sich mit Fragen zum Immunbiologie unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit befasst.



Prof. Dr. Manfred Infanger leitet die Magdeburger Universitätsklinik für Plastische-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie. Im Rahmen einer Forschungsgruppe von Weltraummedizinern befasst er sich mit Fragen des Verhaltens von Tumorzellen und der Gewebeformung unter dem Einfluss der Mikrogravitation. Für die Forschung setzt das Team u. a. auch eine sogenannte Random Positioning Maschine ein, in deren Inneren sich Schwer- und Fliehkraft gegenseitig die Wage halten.



Prof. Dr. Ralf Stannarius leitet am Institut für Experimentelle Physik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg die Abteilung Nichtlineare Phänomene. Er betreut mehrere Doktoranden und Physik-Studenten bei den im Text erwähnten Projekten OASIS (Optical Analysis of Smectic Islands in Space) und GAGa (Granulare Anisotrope Gase).

Der Weg dorthin ist komplizierter als die meisten Wissenschaftler und Laien sich vorstellen können. Insbesondere in der bemannten Raumfahrt müssen diverse Sicherheitsnachweise erbracht und Transportbedingungen eingehalten werden. Das gilt nicht nur für Versuche mit leicht entflammbar oder für den Menschen giftigen Materialien, sondern beispielsweise auch für Zellen und flüssigkristalline Filme, an denen die Magdeburger Schwerelosigkeits-Forscher arbeiten.

IMMUNSYSTEM VON ASTRONAUTEN IM STRESS

Schwerelosigkeit bedeutet für den menschlichen Körper in vielerlei Hinsicht Stress, denn niemand ist ein Leben ohne Schwerkraft gewohnt. Nicht nur Muskeln und Knochen verändern sich, sondern auch das körpereigene Abwehrsystem. Im MARS-Netzwerk gehen Forscher den Ursachen der Immunschwäche auf den Grund. Sie konzentrieren sich auf Veränderungen von Zellen der natürlichen Körperabwehr, sogenannte Phagozyten, auch Fresszellen genannt. Ihre natürliche Aufgabe ist es, in den Körper eingedrungene Krankheitserreger und körpereigene Abbauprodukte zu beseitigen.

In Versuchen auf Parabelflügen und bei Missionen ballistischer Höhenraketen konnten sie feststellen, dass die Fresszellen bereits nach kurzer Zeit in der Schwerelosigkeit Veränderungen in der Zellstruktur aufweisen und deshalb ihre Funktion nicht mehr erfüllen können.

Die Langzeitänderungen untersuchten die Forscher unter anderem im SIMBOX-Projekt des DLR während des Fluges der chinesischen Raumkapsel Shengzhou-8 und mit der CELLBOX-PRIME-Mission auf der Internationalen Raumstation ISS. Die Untersuchungen erfolgten im sogenannten BIOLAB, einem kompakten Labor von Schrankgröße innerhalb des europäischen Columbus-Forschungslabors der ISS. Fortgesetzt wurden die Arbeiten mit dem TRIPLE LUX A-Experiment, das am 14. April 2015 an Bord des Versorgungsraumschiffs »Dragon« zur ISS gebracht wurde.

KREBSZELLEN IN DER SCHWERE

Mit dieser Versorgungsmission der ISS hatte das MARS-Netzwerk u. a. auch Schilddrüsen-Tumorzellen in den Weltraum befördert. Ärzte der Magdeburger Universitätsklinik für Plastische-,



Wiederherstellungs- und Handchirurgie untersuchen zusammen mit Zellbiologen der dänischen Universität Aarhus deren Verhalten in der Schwerelosigkeit. In ihren Experimenten konnten die Forscher feststellen, dass in der Schwerelosigkeit Zelltodprogramme in Gang gesetzt werden, die zu einem vermehrten Absterben der Krebszellen führen. Außerdem konnten die Wissenschaftler zeigen, dass Zellen beim Wachstum in der Schwerelosigkeit kugelförmige Ansammlungen bilden. Von den Untersuchungen der zugrunde liegenden Vorgänge erhoffen die Forscher sich nicht nur ein besseres Verständnis von Krebszellen, sondern auch neue Erkenntnisse für das sogenannte Tissue Engineering. Dabei handelt es sich um die Züchtung von Gewebe (z. B. Haut oder Knorpel) und zukünftig vielleicht auch von Organen im Labor. Somit könnten die Versuche der »MARSianer« zu neuen Wegen in der Transplantationsmedizin führen.

DÜNNE FILME IN DER SCHWEBE

Die Physiker im MARS-Netzwerk erhoffen sich von der Schwerelosigkeits-Forschung die Beantwortung ganz anderer Fragen. Eines ihrer Experimente, das sie zusammen mit amerikanischen Kollegen der Universität von Colorado in Boulder und des Glenn-Forschungszentrums der NASA in Cleveland (Ohio) durchführen, heißt OASIS (Optical Analysis of Smectic Islands in Space). Dabei analysieren sie hydrodynamische Phänomene und Vorgänge der Selbstorganisation eines flüssigkristallinen Materials, das nur wenige Molekül-Lagen stark ist. Unter normaler Schwerkraft sind solche Untersuchungen unmöglich und auch deren

mathematisch-physikalische Simulation im Computermodell stößt an Grenzen. In der Schwerelosigkeit können die dünnen Filme für lange Zeit in der Schwebelage gehalten und das Verhalten der Membranen studiert werden. Dafür wurde eigens eine Apparatur entwickelt, in der Filme wie kleine Seifenblasen mit einer Oberfläche von mehreren Quadrat-Zentimetern frei schweben können. Die Versuche erfolgen aus Sicherheitsgründen in der europäischen »Microgravity Science Glovebox« (MSG), einem hermetisch isolierten Kleinlabor von der Größe eines Kühlschranks, in dem die Astronauten nur mittels integrierter Gummihandschuhe hantieren können. Derzeit ist die MSG, in der die Versuche stattfinden, in das amerikanische Forschungslabor Destiny der ISS integriert. Mit zwei Kameras, einer sehr hochauflösenden für das Studium der Molekül-Interaktionen in der Filmschicht, und einer zweiten Kamera, die die gesamte Blase im Blick behält, werden die Vorgänge aufgenommen und auf Festplatten gespeichert. Vom Glenn-Forschungszentrum aus kann das Team per Satellitenlink direkt Einfluss auf das Experiment nehmen und, wenn notwendig, mit den Astronauten an Bord der ISS sprechen. In einem weiteren Experiment namens GAGa (Granulare Anisotrope Gase) untersuchen die Magdeburger Physiker das Verhalten sogenannter granularer Gase in der Schwerelosigkeit. Das sind Gase, die wie kosmischer Staub aus festen Partikeln bestehen. Ihr Studium ist unter irdischen Schwerkraftbedingungen nur sehr eingeschränkt möglich. In der Mikrogravitation lassen sich die Vorgänge jedoch gut an Hand von Modellsystemen studieren. Die Physiker unter den »MARSianern« verwenden dafür einige hundert isolierte Drahtstäbchen, etwa von der halben Länge eines normalen Streichholzes. Diese verhalten sich ähnlich granularer Gase, stoßen zusammen und bilden manchmal kleine Ansammlungen. Mit Kameras studieren die Forscher die Bewegung der Stäbchen und lassen die Erkenntnisse in die mathematischen Modelle einfließen, die das Verhalten erklären. Die Physiker versprechen sich von dieser Grundlagenforschung Erkenntnisse, die auf so verschiedenen Gebieten wie dem Bergbau, der Lebensmittelwirtschaft und Pharmazie und vielleicht sogar für künftige Siedler auf dem Mars von Nutzen sein können.





'Fliegende Roboter mit Gemeinsinn



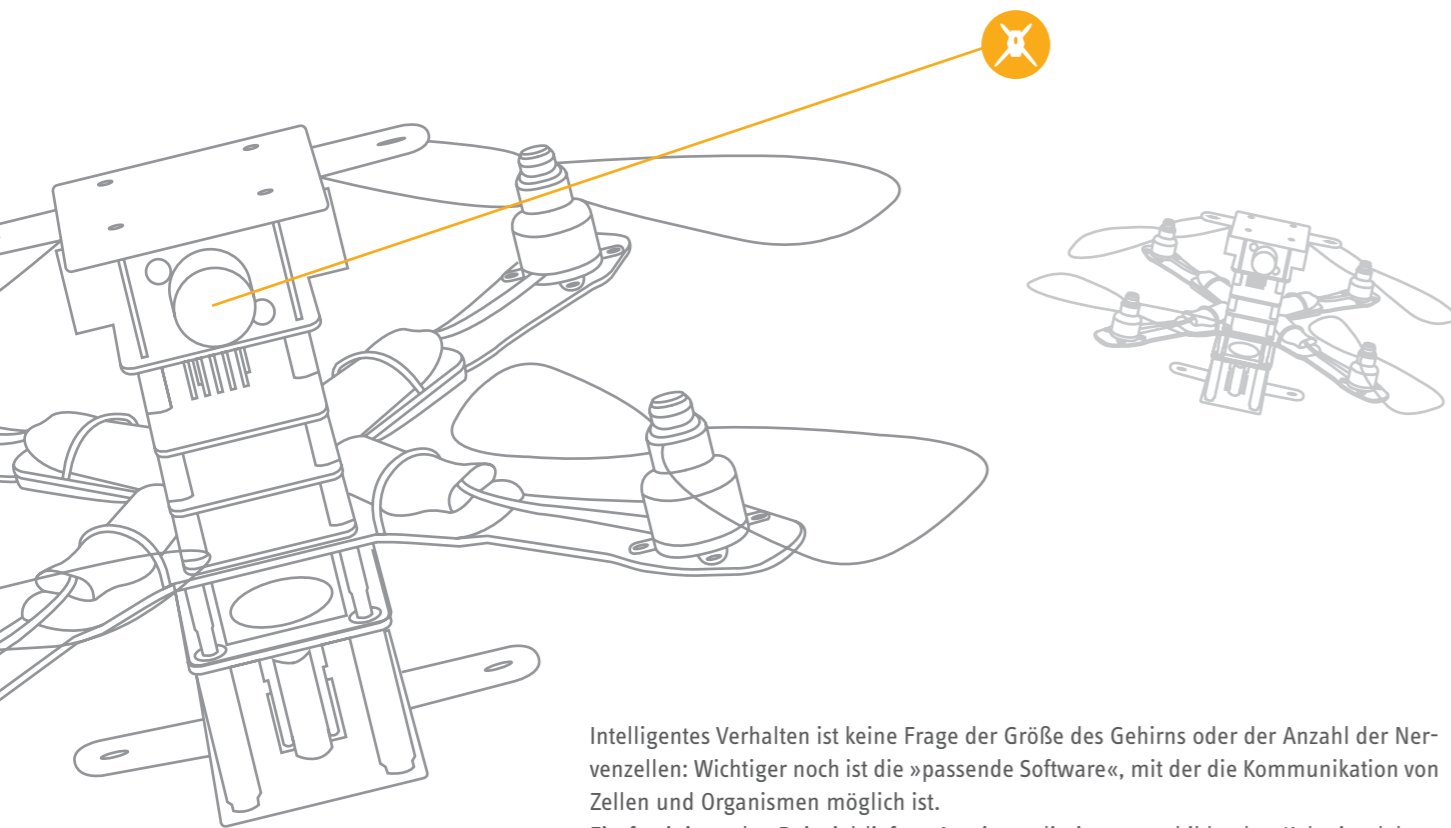
INFORMATIKER DER MAGDEBURGER UNIVERSITÄT
SUCHEN NACH WEGEN, MASCHINEN EIN SOZIALES
VERHALTEN BEIZUBRINGEN

UWE SEIDENFADEN



Name der abgebildeten Person
Foto: Name des Urhbers

Die meisten Roboter sind Individualisten. Im Rahmen ihrer Programmierung sind sie nur eingeschränkt lern- und teamfähig. In nicht ferner Zukunft soll sich das ändern: Roboter werden miteinander und mit den Menschen kooperieren. Dadurch werden sich ihre Einsatzmöglichkeiten erweitern – von selbstfahrenden Automobilen bis zu Roboter-Schwärmen, die den Weltraum erkunden. Daran, dass diese Vision Wirklichkeit wird, arbeiten Informatiker der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.



Intelligentes Verhalten ist keine Frage der Größe des Gehirns oder der Anzahl der Nervenzellen: Wichtiger noch ist die »passende Software«, mit der die Kommunikation von Zellen und Organismen möglich ist.

Ein faszinierendes Beispiel liefern Ameisen, die in staatenbildenden Kolonien leben. Obwohl selbst nur wenige Millimeter groß und mit einem Gehirn ausgestattet, das im Vergleich zu dem des Menschen geradezu winzig ist, übertrifft die Größe ihrer staatenähnlichen Einflussgebiete prozentual bei weitem die Imperien der Inka-Könige, der römischen Imperatoren und des Mongolen-Herrschers Dschingis Khan. Das von Ameisen-Kolonien angelegte Straßensystem in Wäldern fasziniert nicht nur Kinder und Biologen, sondern neuerdings auch Mathematiker, Informatiker, Roboter-Entwickler sowie die Vorstände großer Automobil- und Internet-Unternehmen, die den individuellen Straßenverkehr mit selbststeuernden Autos optimieren wollen.

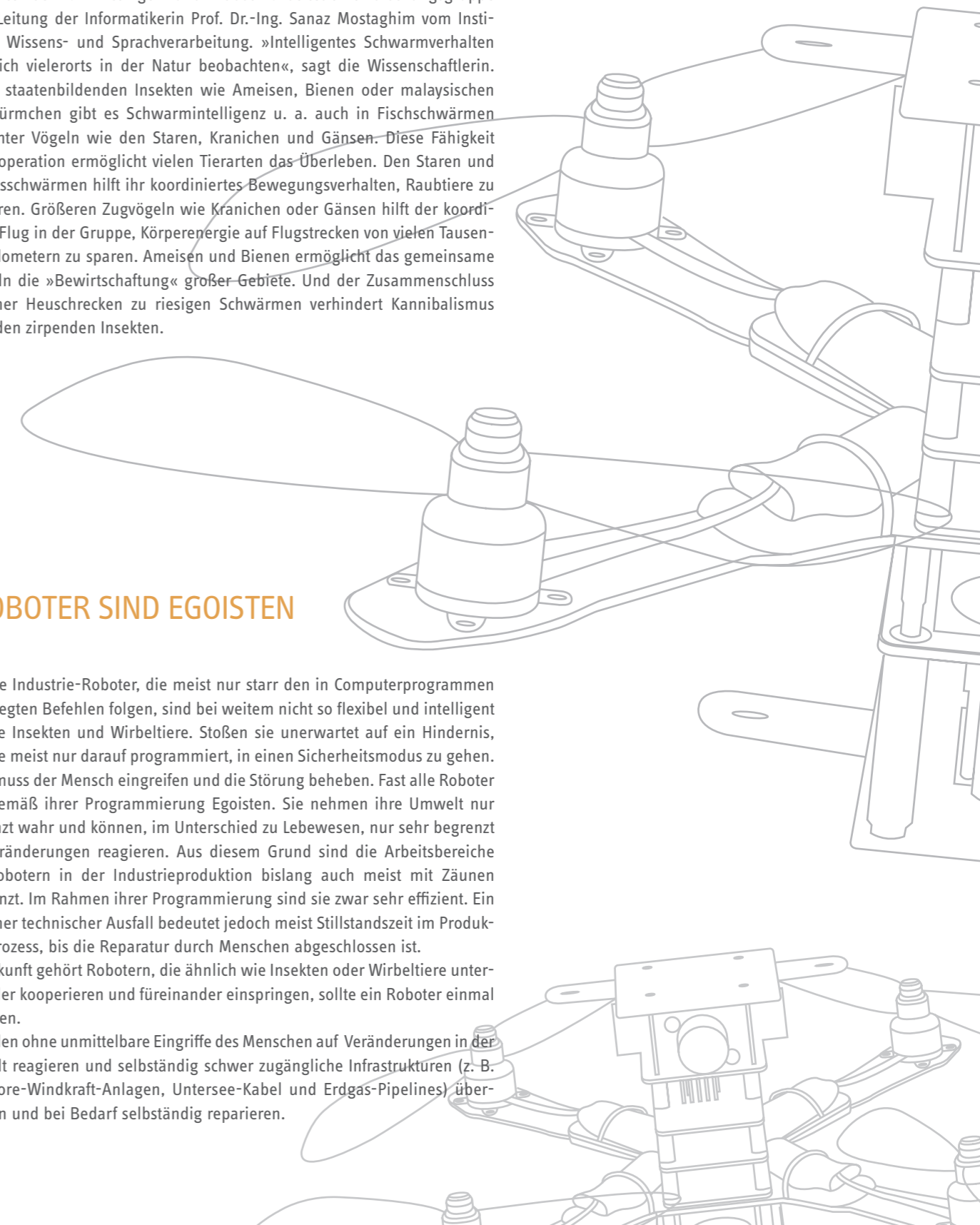
INTELLIGENZ IN SCHWÄRMEN

An vorderster wissenschaftlicher Front auf dem noch jungen Gebiet der so genannten Schwarmintelligenz und -Robotik arbeitet eine Forschungsgruppe unter Leitung der Informatikerin Prof. Dr.-Ing. Sanaz Mostaghim vom Institut für Wissens- und Sprachverarbeitung. »Intelligentes Schwarmverhalten lässt sich vielerorts in der Natur beobachten«, sagt die Wissenschaftlerin. Neben staatenbildenden Insekten wie Ameisen, Bienen oder malaysischen Glühwürmchen gibt es Schwarmintelligenz u. a. auch in Fischschwärmen und unter Vögeln wie den Staren, Kranichen und Gänsen. Diese Fähigkeit zur Kooperation ermöglicht vielen Tierarten das Überleben. Den Staren und Heringsschwärmen hilft ihr koordiniertes Bewegungsverhalten, Raubtiere zu verwirren. Größeren Zugvögeln wie Kranichen oder Gänsen hilft der koordinierte Flug in der Gruppe, Körperenergie auf Flugstrecken von vielen Tausenden Kilometern zu sparen. Ameisen und Bienen ermöglicht das gemeinsame Handeln die »Bewirtschaftung« großer Gebiete. Und der Zusammenschluss einzelner Heuschrecken zu riesigen Schwärmen verhindert Kannibalismus unter den zirpenden Insekten.

ROBOTER SIND EGOISTEN

Heutige Industrie-Roboter, die meist nur starr den in Computerprogrammen festgelegten Befehlen folgen, sind bei weitem nicht so flexibel und intelligent wie die Insekten und Wirbeltiere. Stoßen sie unerwartet auf ein Hindernis, sind sie meist nur darauf programmiert, in einen Sicherheitsmodus zu gehen. Dann muss der Mensch eingreifen und die Störung beheben. Fast alle Roboter sind gemäß ihrer Programmierung Egoisten. Sie nehmen ihre Umwelt nur begrenzt wahr und können, im Unterschied zu Lebewesen, nur sehr begrenzt auf Veränderungen reagieren. Aus diesem Grund sind die Arbeitsbereiche von Robotern in der Industrieproduktion bislang auch meist mit Zäunen umgrenzt. Im Rahmen ihrer Programmierung sind sie zwar sehr effizient. Ein einzelner technischer Ausfall bedeutet jedoch meist Stillstandszeit im Produktionsprozess, bis die Reparatur durch Menschen abgeschlossen ist. Die Zukunft gehört Robotern, die ähnlich wie Insekten oder Wirbeltiere untereinander kooperieren und füreinander einspringen, sollte ein Roboter einmal ausfallen.

Sie sollen ohne unmittelbare Eingriffe des Menschen auf Veränderungen in der Umwelt reagieren und selbständig schwer zugängliche Infrastrukturen (z. B. Off-Shore-Windkraft-Anlagen, Untersee-Kabel und Erdgas-Pipelines) überwachen und bei Bedarf selbständig reparieren.





KEINE 1:1-KOPIE
VON LEBEWESEN

AUCH MENSCHLICHES
VERHALTEN IST EIN VORBILD

FLUGENSEMBLE OHNE
CHOREOGRAFEN

Der Weg dahin führt durch Beobachtung von Tierschwärmen über die Modellierung dieses Verhaltens im Computer hin zu Algorithmen für lernfähige und dank ihrer Sensorik in gewisser Weise auch mitfühlende Roboter.

»Wir wollen die biologischen Vorgänge, die zur Schwarmbildung von Vögeln, Insekten und anderen Lebewesen führen, nicht naturidentisch nachbilden«, sagt Mostaghim. Vielmehr geht es um eine prinzipielle mathematische Beschreibung der Interaktionen zwischen Individuen, die notwendig ist, um gemeinsam ein bestimmtes Ziel zu erreichen.

Eine Voraussetzung dafür ist die Analyse sogenannter emergenter Eigenschaften in biologischen Systemen. Die einzelnen Zell-Mitglieder haben zwar keine Vorstellung vom Ganzen. Dennoch optimieren sie ihre Eigenschaften und passen diese an veränderte Umweltbedingungen an. Das Prinzip ergänzt die genetisch festgelegten Entwicklungsprogramme, die einer möglichst identischen Vererbung von Merkmalen und Eigenschaften folgen. Auf dieser Grundlage können künftige Roboter in der Lage sein, den Menschen viel besser als bislang zu unterstützen.

Nicht nur Insekten, Vögel und Fische zeigen ein Schwarmverhalten. Auch größere Menschengruppen müssen den grundlegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten des Schwarmverhaltens folgen. Die Magdeburger Informatiker haben mit mehreren hundert Studierenden der Universität Magdeburg Verhaltensexperimente zum Schwarmverhalten durchgeführt. Das Ziel war, Cluster mit gemeinsamen Eigenschaften (z. B. Farbe und geometrische Form) zu bilden. Das ist anfangs gar nicht so leicht, da kein Teilnehmer den Blick das Ganze hat, sondern immer nur seine Nachbarn sehen kann. Ganz ähnlich orientieren sich auch Stare im Vorgelschwarm.

Die bei den Experimenten gewonnen Erkenntnisse nutzen die Forscher, um Algorithmen für vergleichbares Roboter-Verhalten zu entwickeln und zu erproben. An der Otto-von-Guericke-Universität geschieht das in einem Speziallabor »SwarmLab« mit sogenannten Quadroptern.

Das sind Fluggeräte, nicht viel größer als die Hand eines erwachsenen Mannes. Sie haben zwei bis vier in der Ebene angeordnete Rotoren und werden von den Informatikern selbst zusammengebaut und programmiert. Im Roboter-Labor der Magdeburger Universität genießen sie viele Freiheiten. Im Unterschied zu ähnlichen Roboter-Forschungslaboren an der Universität Zürich und am Massachusetts Institute of Technology suchen die Magdeburger Informatiker nach Wegen, das kooperative Verhalten der experimentellen Flug-Roboter auch ohne GPS-Orientierungssignale von außen zu beeinflussen.

Bereits realisierbar sind Roboterschwärme, die z. B. in Katastrophengebieten gemeinsame Erkundungsaufgaben wahrnehmen. Fällt ein Roboter aus, übernimmt ein anderer dessen Aufgabe. So können gleichzeitig große Gebiete überwacht werden. Schwieriger ist es, den Roboterschwärmen Aufgaben zu übertragen, die eine angemessene Anpassung des Verhaltens an veränderte Umweltveränderungen, zum Beispiel nach einem Erdbeben, erfordern. »Auf diesen Gebieten sind wir noch in einem sehr frühen Stadium der Erforschung«, schränkt die Informatikerin ein.

Langfristig zu bedenken sind auch ethische Fragen: Welches Maß an Selbsterhalt im Verhalten sollte man einem sozial interagierendem Roboter zubilligen? Müssen sozial miteinander interagierende, fühlende und selbst entscheidende Roboter nicht ähnliche Rechte wie Tiere haben? Die Informatikerin ist sich dieser grundsätzlichen Fragestellungen im Hinblick auf die Zukunft ihres Forschungsgebietes bewusst. »Wir sollten uns diesen Fragen in der Gesellschaft gemeinsam stellen«, empfiehlt Mostaghim.



Ansprechpartnerin zum Forschungsprojekt:

Prof. Dr.-Ing. Sanaz Mostaghim vom Institut für Wissens- und Sprachverarbeitung der Universität Magdeburg befasst sich mit den Arbeitsgebieten Schwarmintelligenz, Schwarmrobotik, Optimierungsalgorithmen, Organic Computing und Anwendungen in den Naturwissenschaften. Sie leitet außerdem das Robotik-Labor an der Magdeburger Universität, in dem unter anderem das kooperative Verhalten von Flugrobotern untersucht wird.



'Medizinischer Rat vom Computer

K_{NN}

MATHEMATIKER UND ÄRZTE DER MAGDEBURGER
UNIVERSITÄT BRINGEN DIE PERSONALISIERTE
MEDIZIN VORAN

UWE SEIDENFADEN



Kein Mensch gleicht dem anderen. Das gilt auch für die Krankheiten, die ein Mensch im Laufe seines Lebens bekommen kann. Manchem Patienten hilft das Medikament, das der Arzt verordnet hat, andere vertragen es nicht. Die Gründe liegen oftmals in kleinen Unterschieden auf der molekularen Ebene oder in der zeitlichen Dosierung, denn so, wie einige Menschen Kaffee morgens besser vertragen als am Nachmittag, ist es oftmals auch mit Medikamenten. Die Entschlüsselung der molekularen Veränderungen von Zellen und deren Zusammenwirken bildet die Voraussetzung für die Entwicklung spezifischer medikamentöser Therapien, die quasi maßgeschneidert sind. Wissenschaftler sprechen in diesem Zusammenhang von »personalisierter Medizin«. Von ihr werden in naher Zukunft noch viele weitere qualitative Fortschritte auf den Gebieten der Diagnostik und Therapie einer Vielzahl von Krankheiten erwartet.

Beispielgebend dafür ist diese Entwicklung auf dem Gebiet der Erforschung, Diagnostik und Behandlung von Erkrankungen des blutbildenden Systems. Eine häufige Form im fortgeschrittenen Lebensalter ist die sogenannte Akute Myeloische Leukämie (AML). Typisch für die AML ist eine außer Kontrolle geratene Vermehrung sogenannter Blasten – den unreifen Vorstufen von einem Teil der weißen Blutkörperchen. Noch Mitte des 20. Jahrhunderts führte die Erkrankung fast immer zum Tod.

In jüngster Zeit haben sich die Behandlungsmöglichkeiten und Heilungschancen dank genauerer molekulargenetischer Diagnostik und effektiver Therapien deutlich verbessert. Zusätzlich zu Stammzelltransplantationen und verschiedenen Zytostatika in der Chemotherapie wurden Wirkstoffe entwickelt, die bestimmte Enzyme blockieren und damit die Vermehrung der Tumorzellen eine Zeit lang stoppen.

DIE DYNAMIK IM KRANKHEITSPROZESS VERSTEHEN

Eines der größten Probleme in der Krebsbekämpfung ist die Wandlungsfähigkeit der Tumorzellen. Die Vielfalt und zeitliche Dynamik der molekularen Veränderungen führt nicht selten dazu, dass die Krankheit trotz anfänglicher Behandlungserfolge nach einiger Zeit wiederkehrt. Umso wichtiger ist bei der Wahl der Therapie, das individuelle Risikoprofil des Patienten zu bewerten. Wie lässt sich mit einer Therapie der größtmögliche Nutzen bei wenigen Nebenwirkungen erzielen? Selbst erfahrenen Onkologen fällt die Entscheidung im Einzelfall nicht leicht, denn Behandlungserfolge stellen sich selten sofort ein.

Viele Patienten »durchlaufen ein Tal«, in dem das Immunsystem stark geschwächt ist. Solche nicht immer intuitiven Zusammenhänge sind ein durchaus typisches Phänomen in komplexen dynamischen Systemen mit diversen Einflussfaktoren und zahlreichen Wechselwirkungen. Beispiele sind unter anderem Klimaprognosen bzw. Erdbebenvorhersagen. Bei der Beschreibung des Verhaltens solcher Systeme kann die Mathematik helfen.

EIN MATHEMATISCHES MODELL DER AML

In Magdeburg arbeiten Onkologen und Mathematiker der Universität Magdeburg gemeinsam an der Entwicklung eines Computer-Tools, das Ärzten in der Ausbildung und bei der Suche nach der optimalen persönlichen Therapie der Akuten Myeloischen Leukämie hilft. Sie haben ein so genanntes Kompartiment-Modell entwickelt, das die zeitliche Dynamik der Prozesse von Krebszellen und Zellen der angeborenen Immunabwehr (Neutrophile) wiedergeben kann.

Es beschreibt, wie viele Zellen ungefähr zu verschiedenen Zeitpunkten im Krankheitsprozess in einem bestimmten Entwicklungsstadium sind. Damit soll es künftig möglich sein, auf der Grundlage von Knochenmarkuntersuchungen zu bestimmten Zeiten die therapeutischen Interventionen zu optimieren, um Patienten Behandlungen zu ersparen, die mit vielen Nebenwirkungen verbunden wären. »Die entstehenden mathematischen Modelle mit Modellparametern an einzelne Patienten spezifisch anzupassen, und auf ihrer Basis dann optimale Lösungen zu berechnen, stellt einige mathematische Herausforderungen dar«, sagt Professor Sebastian Sager vom Lehrstuhl für Mathematische Optimierung der Fakultät für Mathematik. Um diese durch theoretische Ergebnisse und neue Algorithmen in den Griff zu bekommen, hat der European Research Council einen sogenannten Consolidator Grant an das Team um Prof. Sager verliehen.

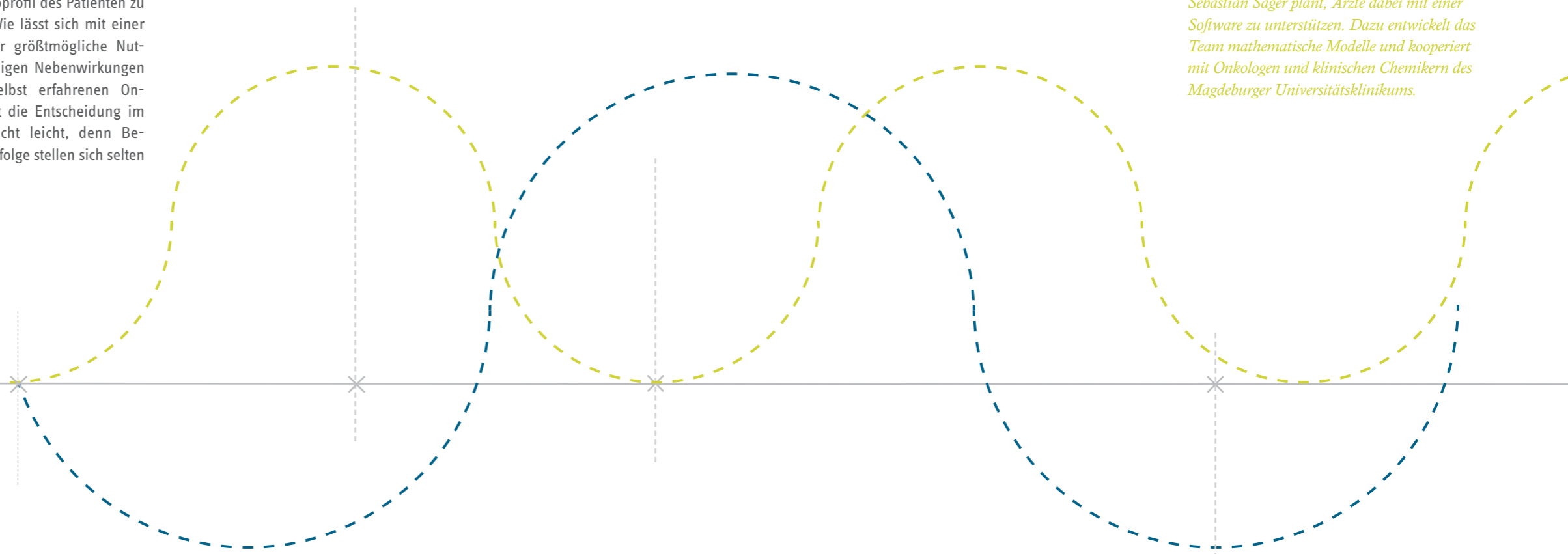
ÜBERTRAGBAR AUCH AUF ANDERE TUMOREN?

Darüber hinaus hoffen die Forscher, Ähnlichkeiten der Krankheitsdynamik mit anderen Blutkrebsarten, wie beispielsweise der Polycythaemia vera, nutzen zu können. Diese Erkrankung geht, ähnlich wie die AML, von entwicklungsgestörten myeloischen Zellen aus und kann im individuellen Krankheitsverlauf sehr unterschiedlich sein. In manchen Fällen geht sie auch in eine Akute Myeloische Leukämie (AML) über. Die Forscher hoffen, ihr mathematisches »Krebsmodell« künftig in der medizinischen Ausbildung und zur Unterstützung von Ärzten bei deren Suche nach der optimalen Therapie für Patienten einsetzen zu können. Das ist vergleichbar mit einem Flugsimulator, mit dem Piloten verschiedene Szenarien trainieren können. Krankheitsverläufe können »vorausberechnet« und der Einsatz zielgerichtet wirkender Medikamente optimiert werden.

Ein ähnliches Gemeinschaftsprojekt zwischen Magdeburger Mathematikern und Heidelberger Kardiologen hat inzwischen zur Gründung eines Start-up-Unternehmens geführt. Es führt eine von den Wissenschaftlern entwickelte Software zur Unterscheidung von Herzvorhofflimmern und Herzflattern zur Marktreife. Das könnte auch eine Zukunftsperspektive für das Magdeburger Projekt zur Therapieoptimierung der häufigsten Blutkrebsform im fortgeschrittenen Alter sein.



Mediziner müssen täglich unter Zeitdruck wichtige Entscheidungen treffen, zum Beispiel wann und in welcher Dosis Medikamente zur Krebsbehandlung eingesetzt werden. Ein Team um den Mathematiker Prof. Dr. Sebastian Sager plant, Ärzte dabei mit einer Software zu unterstützen. Dazu entwickelt das Team mathematische Modelle und kooperiert mit Onkologen und klinischen Chemikern des Magdeburger Universitätsklinikums.





$$K_{NN}$$

WAS IST PERSONALISIERTE MEDIZIN?

Die Behandlung von Patienten mit Medikamenten, die im Unterschied zu Zytostatika (Chemotherapie) zielgerichtet nur auf bestimmte Krebszellen wirken, wobei Dosierung und Zeitpunkte der Verabreichung patientenspezifisch angepasst werden. Auf der Basis von Messdaten wie molekularen Biomarkern oder Anzahl bestimmter Blutkörper können mathematische Modelle das weitere Verhalten und Ansprechen auf zielgerichtet wirkende und individuell dosierte Medikamente prognostizieren.

$$k_N \cdot x_5 \cdot ((1 - E) (B_N / x_{n+1})^{\gamma_N} - 1)$$

$$B_N$$

$$= k_{NN} \cdot x_3 - ke_{NN} \cdot x_4$$



Ansprechpartner

Professor Dr. Sebastian Sager leitet seit 2012 den Lehrstuhl für Mathematische Optimierung an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Er studierte Mathematik an der Universität Heidelberg, wo er 2006 promovierte und anschließend als Postdoc und Nachwuchsgruppenleiter am Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen in Heidelberg arbeitete.

$$k_N (x_5 - x_6)$$

DAS FORSCHUNGSPROJEKT

Für das Forschungsprojekt MODEST (Mathematical Optimization for Clinical Decision Support and Training) von Prof. Sebastian Sager hat der Europäische Forschungsrat (ERC) eine Fördersumme von zwei Millionen Euro bewilligt. Über die nächsten fünf Jahre wird damit die Arbeit des Teams um Professor Sager in der Zusammenarbeit mit den Onkologen Prof. Dr. Thomas Fischer und Dr. Enrico Schalk sowie dem klinischen Chemiker Prof. Dr. Berend Isermann vom Universitätsklinikum Magdeburg unterstützt. Der ERC Consolidator Grant fördert exzellente Wissenschaftler am Beginn ihrer Karriere und unterstützt deren unabhängige Forschung.

$$k_{NN} \cdot x_2 \cdot ((1 - E) (B_{NN} / x_4)^{\gamma_{NN}} - 1)$$

$$k_{NN} (x_2 - x_3)$$

$$x_3$$



'Helles Ambiente sorgt für guten Umsatz



MARKETINGFORSCHER ANALYSIEREN DIE
WAHRNEHMUNG UND DAS KAUFVERHALTEN
VON KONSUMENTEN

UWE SEIDENFADEN



Kaufentscheidungen sind Kopfsache. Doch wie frei sind Konsumenten in ihren Entscheidungen wirklich? Was beeinflusst das Kaufverhalten? Lässt es sich vorher-sagen? Das sind Fragen, die Marketing-forscher wie Marko Sarstedt, Professor an der Fakultät für Wirtschaftswissen-schaft der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, beschäftigen.

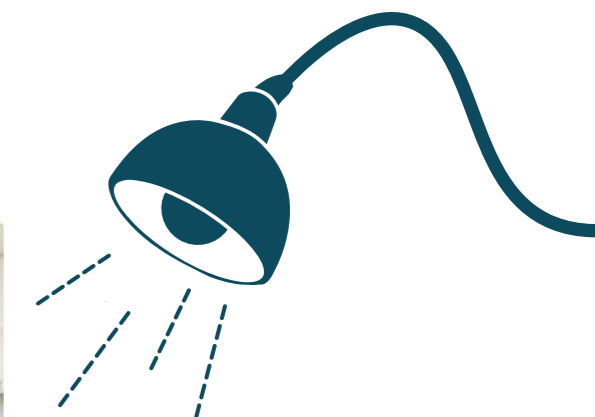


Wer die Wahl hat, hat auch die Qual, heißt es im Volksmund. Fast allgegenwärtig gibt es Angebote, die zum Konsumieren anregen. Einfache Zahlungssysteme wie Kunden- oder Kreditkarten sowie Werbeaktionen sollen die Kaufentscheidung leicht machen. Einige Maßnahmen, die das Kaufverhalten befördern, sind hin-länglich bekannt. So signalisieren z. B. rote Preisschilder und Angebote knapp unterhalb eines bestimmten Schwellen-wertes wie 9,90 Euro statt 10 Euro ein besonderes Schnäppchen. Ein anderer »Trick«, mit dem sich die Arbeitsgruppe von Marko Sarstedt beschäftigt hat, nutzt den sogenannten Kompromisseffekt.

DIE TENDENZ, DIE MITTE ZU WÄHLEN

Eine typische Situation im Geschäft: Der Konsument steht vor einem Regal mit zwei Produkten annähernd ähnlicher Qualität, aber zu unterschiedlichen Prei-sen. In der Regel wird der Konsument dann zum kostengünstigeren Produkt greifen – in der Erwartung, einen »guten Schnitt« gemacht zu haben. Der Verkäuf-fer wiederum hat kein Interesse daran, dass die teureren Produkte zu Ladenhü-tern werden. Wie kann er den Kunden am leichtesten davon überzeugen, mehr Geld auszugeben? Ganz einfach, indem er ein drittes, noch teureres Produkt mit Premium-Eigenschaften hinzufügt. Was beeinflusst dieses Verhalten? Sind wir Kunden bei mehr als zwei Wahlmög-lichkeiten bereits kognitiv überfordert? Haben wir einen instinktiven Sinn dafür, jegliche Extreme zu vermeiden? Oder hat das Auswahlverhalten rationale Gründe? »Um eine Antwort zu erhalten, haben wir das Kaufverhalten unter Laborbedingun-gen untersucht«, so Marko Sarstedt.

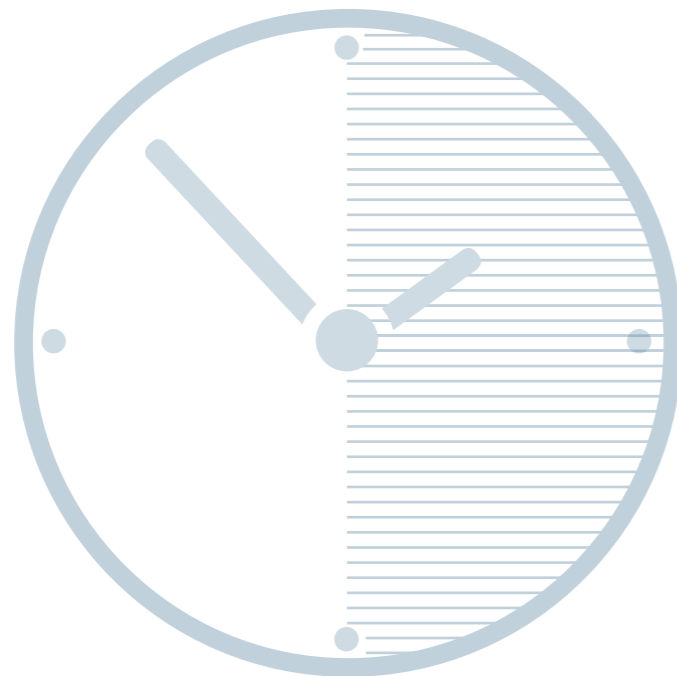
Die Erklärung dafür vermutete das Team um Sarstedt und Bodo Vogt, ebenfalls Professor an der Fakultät für Wirtschafts-wissenschaft, in der begrenzten Informa-tionskapazität des menschlichen Gehirns. Um diese Theorie zu überprüfen, haben die Forscher im Rahmen einer wissen-schaftlichen Studie die Menge des im Gehirn gebildeten Nervenbotenstoffs Se-ronotonin bei einem Teil der Studienteil-nehmer medikamentös unterdrückt. Serotonin zählt, ähnlich wie Dopamin und Noradrenalin, zu jenen Neurotran-smitttern, die das interne Belohnungs-system im Gehirn ansprechen. In der populären Wissenschaft werden diese Botenstoffe auch als »Glückshormone« bezeichnet, weil sie anregend wirken und für gute Gefühle sorgen. Ihr Mangel kann zu depressiven Verstimmungen führen und Indiz für eine manifeste Depression sein. »In den Versuchen zeigte sich, dass die Absenkung des Serotonin-Spiegels sich auf das Wahlverhalten auswirkte«, er-klärt der Markt- und Konsumentenfor-scher. Die Probanden ließen sich nicht mehr durch Hinzufügung eines teure-ren, angeblichen Premium-Artikels zum Erwerb animieren. Sie behielten ihre ur-sprüngliche Entscheidung bei oder aber verweigerten grundsätzlich den Kauf. Die Probanden, bei denen der Serotonin-Spiegel unbeeinflusst blieb, zeigten wei-terhin den Kompromisseffekt.



PRODUKTE INS RECHTE LICHT GESETZT

Unter Kaufleuten rund um den Globus ist es seit langem eine Binsenweisheit: Schlechtes Wetter sorgt für schlechte Kaufstimmung. Demnach solle es Stand-händlern an der Sunshine-Coast von Florida oder der Copacabana von Rio de Janeiro viel leichter fallen, Kunden von Käufen zu überzeugen, als beispielsweise einem Einzelhändler im oft verregneten oder nebligen London. Letzterer kann einen dunklen »Standortnachteil« jedoch ausgleichen, indem er seine Geschäfte mit Tageslichtlampen ausstattet.

Der Grund ist auch hier die Produktion von Serotonin und anderen, die Stim-mung hebenden Neurotransmittern. Dämmerlicht und Dunkelheit haben den gegenteiligen Effekt. Das Gehirn schaltet auf Schlafmodus. Demnächst wollen die Marktforscher in einer Kooperation mit Magdeburger Neurowissenschaftlern vom Deutschen Zentrum für Neurodegenera-tive Erkrankungen (DZNE) die Wahrneh-mung und das Kaufverhalten jüngerer und älterer Konsumenten in Abhängigkeit vom jeweiligen Dopamin-Niveau ana-lysierten. Eine Hoffnung ist, dass Analysen des sich verändernden Kaufverhaltens Hinweise geben, die zur der Frühdiag-nostik von Demenzerkrankungen genutzt werden können.



»Nehmen Sie sich die Zeit...«

Die Marktforscher haben auch untersucht, ob es einen Unterschied macht, ob ein Produkt mit Bezug zu Geld oder zur Zeit beworben wird. Dazu hatten sie in der Langen Nacht der Wissenschaft einen Verkaufsstand für Eistee aufgebaut. Beworben wurden die Erfrischungen mit zwei unterschiedlichen Werbeaussagen. Auf einem Plakat hieß es: »Haben Sie etwas Zeit? Dann gönnen Sie sich unseren selbstgemachten Eistee«. Nach etwa zwanzig Minuten wurde es ersetzt durch ein anderes Plakat mit der Werbebotschaft: »Haben Sie etwas Geld? Dann gönnen Sie sich unseren selbstgemachten Eistee«. Am Ende der Nacht wurden der Umsatz und die Zahlungsbereitschaft je nach der Bewerbung untersucht. Wie sich zeigte, gab es einen nachweisbaren Unterschied. Mit Hinweis auf die Zeit sind Menschen eher zum Kauf bereit und zahlen höhere Preise. Unter Marketing-Fachleuten nennt man das den »Time versus money effect«.



Ansprechpartner

Prof. Dr. Marko Sarstedt ist Inhaber des Lehrstuhls für Marketing der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. In der Arbeitsgruppe tätig sind zudem Prof. Dr. Dr. Bodo Vogt, ein Juniorprofessor, zwei Post-Docs und sieben Doktoranden. Sie untersuchen die Einflüsse auf das Konsumverhalten unter Bezug auf Forschungen in den Bereichen Psychologie und Neurowissenschaften.

Ein Duft verändert die Wahrnehmung

In einem weiteren Experiment haben die Marketing-Forscher in Kooperation mit Forschern der Ludwig-Maximilians-Universität München die Wirkungen eines speziell für die Deutsche Bahn kreierten Duftes auf das Wohlbefinden der Zuggäste untersucht. Der Duft, den die Zuginsassen unterschwellig wahrnahmen, wurde über einen Zeitraum von mehreren Wochen in einem zwischen München und Augsburg pendelnden Regionalzug versprüht und später wieder abgesetzt. Während dieser Aktion und danach befragten die Marktforscher die Zuggäste – vorrangig männliche und weibliche Berufspendler, die regelmäßig diese Strecke fahren, um zu erfassen, ob sich ihre Einschätzung der Servicequalität und -zufriedenheit geändert hat. Tatsächlich konnten die Forscher nachweisen, dass der Duft die Wahrnehmung der Zugfahrt nachhaltig verbessert. Einen Gewöhnungseffekt mit nachlassender Wirkung konnten die Wissenschaftler nur vereinzelt feststellen. Interessanterweise hielt der positive Effekt auch nach dem Absetzen der Beduftung des Zuges an. Das zeigt, wie auch Gerüche unser Konsumverhalten unterschwellig beeinflussen.



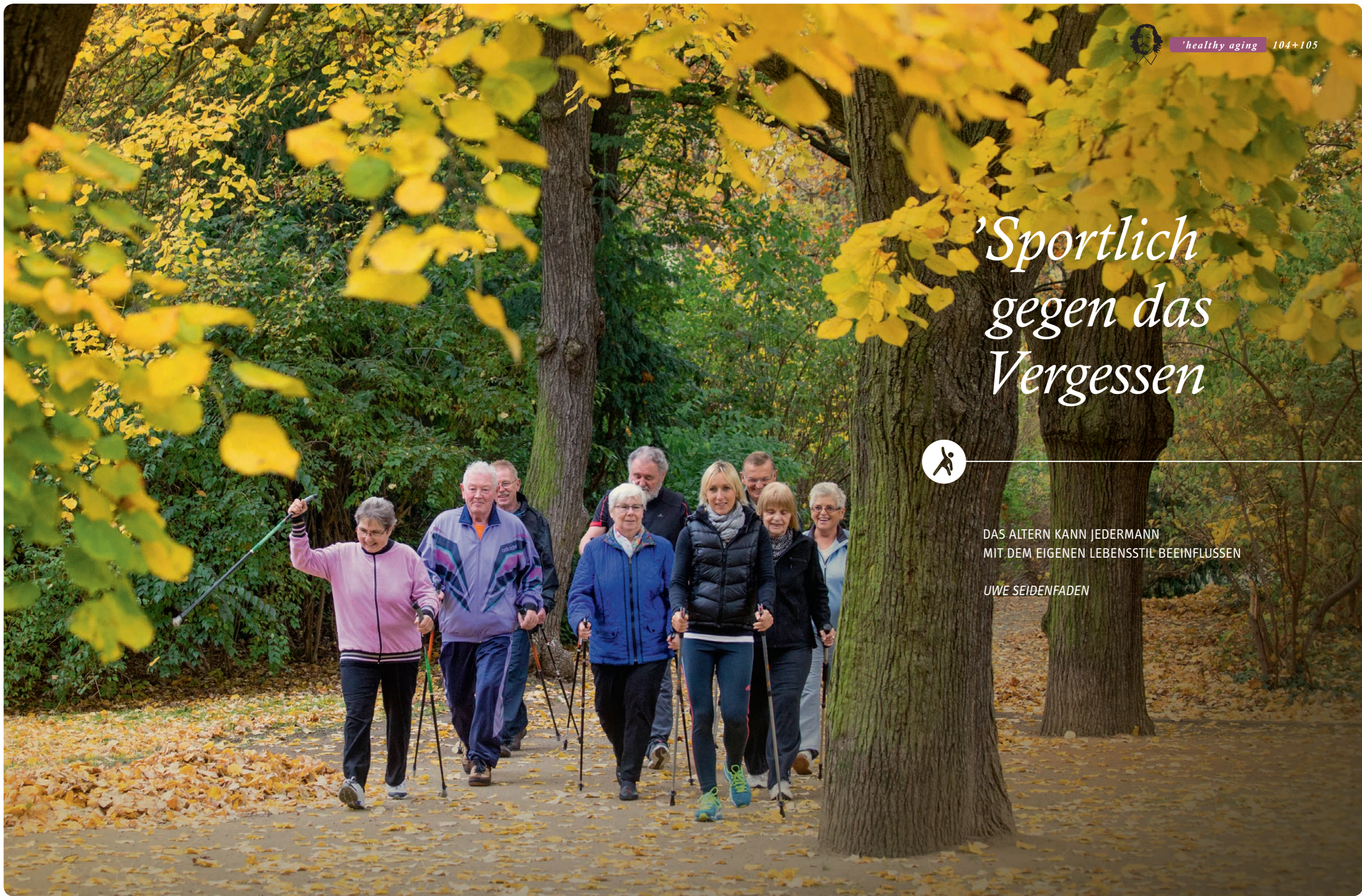


'Sportlich gegen das Vergessen



DAS ALTERN KANN JEDERMANN
MIT DEM EIGENEN LEBENSSTIL BEEINFLUSSEN

UWE SEIDENFADEN





Etwa 1,5 Millionen Demenzkranke leben derzeit in Deutschland. Am häufigsten diagnostiziert wird die nach einem deutschen Nervenarzt aus dem frühen 20. Jahrhundert benannte Alzheimer-Demenz. Dabei kommt es zu einem fortschreitenden Verlust kognitiver Leistungen bis hin zum Persönlichkeitsverlust und völliger Hilflosigkeit. Eine ursächliche Therapie ist bislang nicht in Sicht. Mediziner befürchten, dass mit der zunehmenden Zahl von Männern und Frauen im Seniorenalter auch die Häufigkeit pflegebedürftiger Alzheimer-Patienten ansteigen wird. Ein gesellschaftliches Ziel ist daher, den Prozess bis zur Hilfsbedürftigkeit durch schwere kognitive Einschränkungen möglichst lange aufzuhalten bzw. zu verzögern. In den vergangenen fünf Jahrzehnten haben sich die Arbeitsbedingungen und Lebensgewohnheiten vieler Menschen in Deutschland deutlich verändert. Die Zeiten, in denen die Mehrheit der Bevölkerung körperlich sehr anstrengenden Tätigkeiten in Beruf und Haushalt nachging, sind vorbei. Die gesundheitlichen Risiken von Bewegungsmangel und einer zu kalorienreichen Ernährung sind heute vielfach höher als noch vor einem halben Jahrhundert. Diverse wissenschaftliche Studien legen nahe, dass die veränderten Lebensgewohnheiten zu den hohen Zahlen bei Zivilisationsleiden wie Fettstoffwechselstörungen, kardiovaskulärer und auch demenzieller Erkrankungen im erheblichen Umfang beitragen. Die hoffnungsvolle Nachricht ist: Mehr und mehr Bundesbürger sind sich der Risiken des Ruhezustandes und der Chancen, durch regelmäßiges körperliches Training die Selbstständigkeit zu erhalten, inzwischen bewusst. So zeigte z. B. die Generali-Altersstudie aus dem Jahr 2013, in der Männer und Frauen im Alter zwischen 65 und 85 Jahren zu ihren sportlichen Aktivitäten befragt wurden, dass 37 Prozent mindestens einmal pro Woche Sport treiben. Fast die Hälfte gab an, sich zumindest gelegentlich sportlich zu betätigen.

NIEMAND IST ZU ALT FÜR ETWAS BEWEGUNG

Ein wachsendes Interesse von Rentnern, mit sportlichen Aktivitäten, die den individuellen Möglichkeiten angepasst sind, die Fitness zu erhalten, verzeichnen auch die Sportmediziner der Magdeburger Universität. Dutzende Senioren haben in den vergangenen Jahren bereits die Trainingsangebote für asiatische Kampfkunst (Karate), Gymnastik und für verschiedene tänzerische Ausdrucksmöglichkeiten angenommen. Niemand musste wegen seines biologischen Alters abgewiesen werden, denn prinzipiell ist niemand zu alt, um nicht mit mehr Lebensqualität und besserer körperlicher Fitness von einem sportlichen Training zu profitieren. Es kommt vielmehr darauf an, die Übungen an die individuellen Möglichkeiten und Interessen von Senioren anzupassen. Und darin zeigt sich eine Schwäche vieler rein kommerzieller Angebote. Das Training wird nicht selten von Übungsleitern praktiziert, die nicht ausreichend auf die diversen Bedürfnisse von Senioren vorbereitet sind. Im Unterschied zu jungen Menschen haben Menschen ab den 40. Lebensjahrzehnt schon erste chronische Vorerkrankungen, die beim Training zu berücksichtigen sind. Zudem basieren manche kommerziellen Body & Brain-Trainingskurse bislang auf einer eher dürftigen wissenschaftlichen Datenbasis. Die Mitarbeiter an der Fakultät für Humanwissenschaften wollen die Trainingsangebote zusammen mit ihren Partnern am DZNE in Magdeburg auf eine gesicherte wissenschaftliche Datenbasis stellen und geeignete Interventionsprogramme entwickeln. Deshalb wurden bereits Dutzende Senioren in Studienprogramme aufgenommen, in denen die Effekte eines Lauftrainings, der asiatischen Kampfsportart Karate und von Tanzsport auf Körper und Psyche untersucht wurden.



LEBENSLANGES TRAINING ZAHLT SICH OFTMALS AUS

Ein Schwachpunkt vieler Demenz-Studien, die Effekte verschiedener sportlicher Aktivitäten auf die kognitiven Leistungsfähigkeiten mit fortschreitendem Alter nachweisen wollen, ist ihre meist auf wenige Monate oder Jahre begrenzte Laufzeit. Auf einen Zeitraum von immerhin einem Jahrzehnt ausgelegt, ist dagegen die Laufbandstudie, die derzeit Neurologen der Universität Magdeburg und des auf dem medizinischen Uni-Campus beheimateten DZNE betreiben. Darin eingeschlossen sind Frauen und Männern im Alter zwischen 60 und 77 Jahren. Erste Ergebnisse zeigen, dass Vorteile um so stärker ausfallen, je jünger die Probanden waren. Das bestätigt die Lebenserfahrung, dass lebenslanges Training die besten Aussichten für den Erhalt der körperlichen und geistigen Fitness bietet. Laufbandtraining ist aber nicht jedermanns Sache. In den vergangenen Jahrzehnten wurden auch in Europa Körperübungen bekannt, die eigentlich aus dem asiatischen Kampfsport stammen. Beispiele dafür sind Karate, Tai Chi und Chi-Gong.

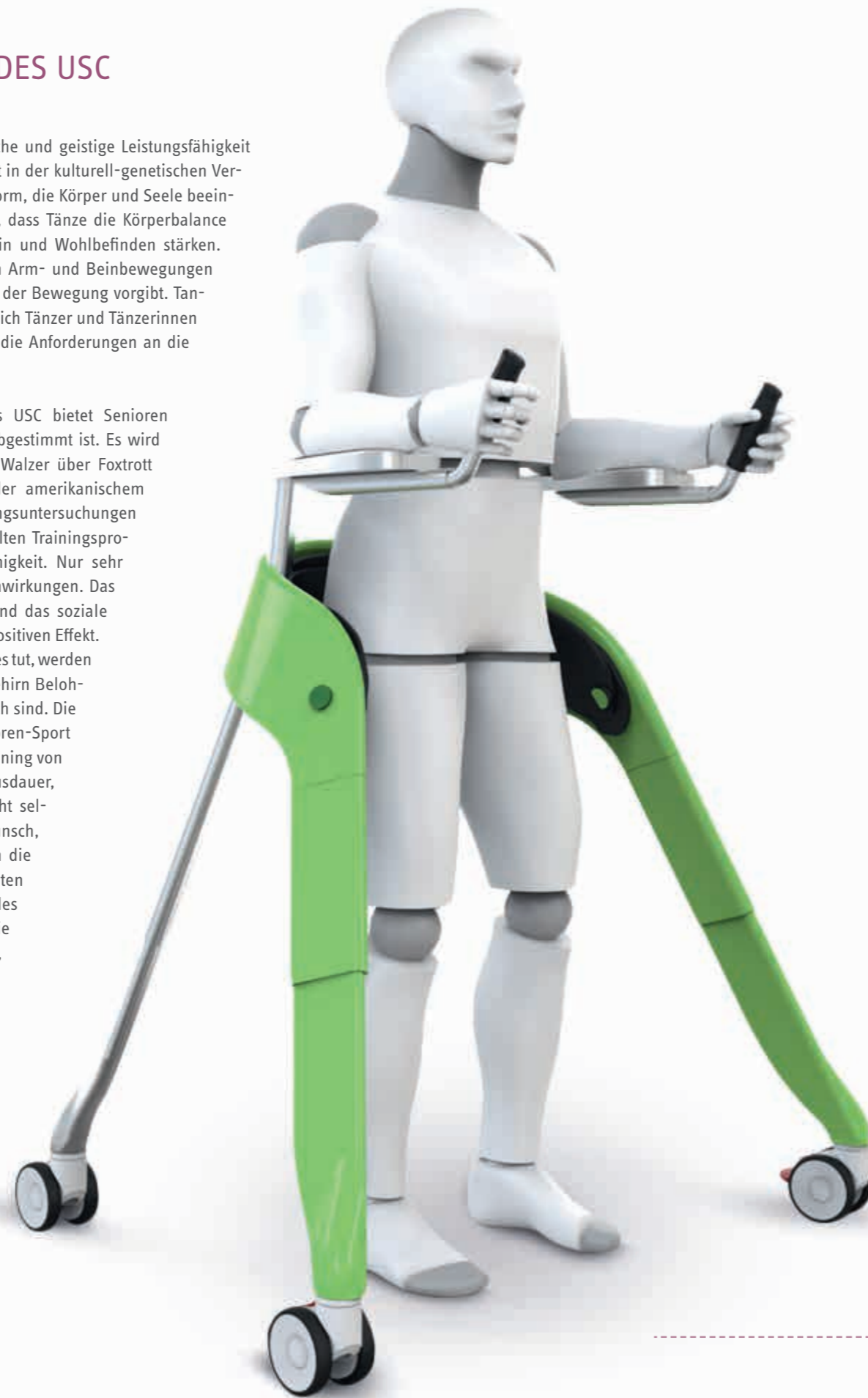
In einer wissenschaftlichen Untersuchung konnten die Sportwissenschaftler der Magdeburger Universität die positiven Folgen der im asiatischen Kampfsport definierten Bewegungen sowie der Atem- und Entspannungstechniken auf die kognitiven Leistungen, die Förderung des Gleichgewichtes und damit auch für die Sturzprophylaxe nachweisen. Darüber hinaus berichteten viele Kursteilnehmer über ein nicht zu unterschätzendes, verbessertes Lebensgefühl, sich auch im Alter noch selbst behaupten und im Notfall verteidigen zu können. Bei bildgebenden Untersuchungen mit hochauflösenden kernspintomografischen Aufnahmen (MRT) konnten die Magdeburger Neurologen der Universität und des DZNE u. a. eine Volumenzunahme im Bereich des Hippocampus durch das körperliche Training feststellen. Dieser Hirnstruktur kommt eine zentrale Bedeutung für Lern- und Gedächtnisleistungen zu. Ein Volumenabnahme im Hippocampus gilt als ein Hinweis auf eine Demenz-Erkrankung.



SENIOREN-TANZZENTRUM DES USC

Nicht weniger positive Auswirkungen auf die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit hat das Tanzen. Der musikalisch begleitete Tanz wurzelt in der kulturell-genetischen Vergangenheit der Menschheit. Tanzen ist eine Ausdrucksform, die Körper und Seele beeinflusst. Die Magdeburger Studien mit Senioren zeigten, dass Tänze die Körperbalance und Körperhaltung verbessern sowie Selbstbewusstsein und Wohlbefinden stärken. Tanz fördert in besonderer Weise die Koordination von Arm- und Beinbewegungen unter Zeitdruck, da der Rhythmus die zeitliche Struktur der Bewegung vorgibt. Tanzen fördert aber auch das Bewegungsgedächtnis, weil sich Tänzer und Tänzerinnen viele Bewegungen einprägen müssen. Hinzu kommen die Anforderungen an die Raumorientierung und an die Gleichgewichtsfähigkeit.

Das Senioren-Tanzzentrum des Universitätssportclubs USC bietet Senioren sportives Tanztraining, das genau auf diese Belange abgestimmt ist. Es wird zu allen Genres und Musikrichtungen getanzt – vom Walzer über Foxtrott und Salsarhythmen bis zu Rock'n'Roll, Popmusik oder amerikanischem Line- und Square Dance. Die nach medizinischen Eingangsuntersuchungen der Teilnehmer von geschulten Übungsleitern vermittelten Trainingsprogramme berücksichtigen die individuelle Leistungsfähigkeit. Nur sehr selten berichten Teilnehmer über unerwünschte Nebenwirkungen. Das gemeinsame Bewegen im musikalischen Rhythmus und das soziale Miteinander empfinden viele Trainingsteilnehmer als positiven Effekt. Tanzen ist zwar nicht lebensnotwendig, doch indem man es tut, werden kognitive und physische Prozesse stimuliert und im Gehirn Belohnungsmechanismen ausgelöst, die gesundheitsförderlich sind. Die individuellen Beweggründe für die Teilnahme am Senioren-Sport sind vielfältig. Im Mittelpunkt steht das Interesse am Training von Körper und Geist, am Erhalt von Kraftfähigkeiten, der Ausdauer, der Beweglichkeit und der Flexibilität im Gehirn. Nicht selten spielen dabei auch familiäre Gründe, wie der Wunsch, die Enkel aufwachsen zu sehen, eine Rolle. So stellen die Magdeburger Sportwissenschaftler bei den sogenannten Best-Agern unter den USC-Tanzsenioren ein wachsendes Interesse fest, zu dem Treffen am Adolf-Mittag-See die Enkelkinder mitzubringen. Für jene älteren Menschen, die bereits nachweislich körperlich und kognitive Einschränkungen haben, entwickeln die Magdeburger Sportwissenschaftler zusammen mit Ingenieuren und Anlagenbauern aus Sachsen-Anhalt einen speziellen Tanz-, Sport- und Reha-Rollator, der das körperliche Training fördern und die Sturzgefahr reduzieren kann. Das unter anderem von Bundeswirtschaftsministerium geförderte Entwicklungsprojekt soll bewegungseingeschränkten Senioren helfen, in der Rehabilitation genutzt werden und vielleicht auch in der Demenz-Prävention praktische Anwendung finden.



Ansprechpartner

Prof. Dr. Anita Hökelmann und Prof. Dr. Kerstin Witte vom Institut für Sportwissenschaft der Magdeburger Universität führen wissenschaftliche Studien zum Einfluss sportlicher Aktivitäten wie Karate und Tanz auf die körperlichen und geistigen Fähigkeiten mit fortschreitendem Alter durch.

Prof. Dr. Thomas Wolbers und Prof. Dr. Notger Müller vom Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen e. V. (DZNE) in Magdeburg untersuchen in einem mehrjährigen Forschungsprojekt die Auswirkungen des Laufbandtrainings auf die Neurobiologie des Gehirns, auf Lernleistungen und Gedächtnis. Die Hoffnung der Magdeburger Wissenschaftler ist, Hinweise auf Demenz-Frühsymptome und geeignete Vorbeugungsmaßnahmen zu finden.





Center for Behavioral Brain Sciences (CBBS)

Forschungsschwerpunkt der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus sechs Fakultäten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, dem Leibniz-Institut für Neurobiologie und dem Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen DZNE erforschen die Gedächtnisbildung, Lernprozesse, die Motivation zielgerichteten Handelns, Entscheidungsfindung sowie die physiologischen und pathophysiologischen Prozesse der Hirnplastizität, der Neuromodulation und der Kognition.

Sprecher/Direktorium:

- Prof. Dr. med. Hans-Jochen Heinze
Direktorium und Sprecher
Universitätsklinik für Neurologie der OVGU
Leibniz-Institut für Neurobiologie Magdeburg
- Prof. Dr. Eckart D. Gundelfinger
Direktor und Abteilungsleiter Neurochemie/
Molekularbiologie
Leibniz-Institut für Neurobiologie Magdeburg
- Prof. Dr. Tömme Noesselt
Institut für Psychologie II
Fakultät für Naturwissenschaften der
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Beteiligt:

- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Leibniz-Institut für Neurobiologie Magdeburg LIN
- Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen DZNE

Förderung:

- SFB 779, SFB TR 31, SFB TR 62, GRK 1167
- Das CBBS wird außerdem aus Mitteln des Landes Sachsen-Anhalt und des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung EFRE gefördert.



Forschungszentrum für Dynamische Systeme und Biosystemtechnik (CDS)

Forschungsschwerpunkt der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Wissenschaftler der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und des Max-Planck-Instituts für Dynamik komplexer technischer Systeme wollen unter Beteiligung von fünf Fakultäten komplexe dynamische Systeme entschlüsseln und gezielt beeinflussen. Wichtige Schlüsseltechnologien sind die mathematische Modellierung und Simulation, Optimierung, Versuchsplanung, Steuerung und Regelung. Ziele sind u.a. eine personalisierte Medizin, die Impfstoffproduktion in Zellkulturen oder die Herstellung von Biopolymeren.

Sprecher/Direktorium:

- Prof. Dr.-Ing. Achim Kienle
Lehrstuhls für Automatisierungstechnik/Modellbildung an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und externes wissenschaftliches Mitglied am Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg.
- Prof. Dr. – Ing. Kai Sundmacher
Lehrstuhl für Systemverfahrenstechnik an der Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Direktor am Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg Sprecher des von der DFG geförderten Sonderforschungsbereich TR 63.
- Prof. Dr. Michael Naumann
Direktor des Instituts für Experimentelle Innere Medizin der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und Sprecher des von der DFG geförderten Graduiertenkollegs 1167.

Beteiligt:

- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Max-Planck-Institut für Dynamik technischer Systeme Magdeburg
- Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung Braunschweig HZI

Förderung:

- SFB GRK 854, TR SFB 63, DFG GK 1167



Gesundheitscampus

Interdisziplinäre Forschung zur Immunologie und Molekularen Medizin der Entzündung in der Medizinischen Fakultät. Motto: Entzündungen verstehen – Volkskrankheiten heilen

Unter dem Dach des 2014 von der Medizinischen Fakultät eingerichteten Gesundheitscampus Immunologie, Infektiologie und Inflammation (GC-I3) haben sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf dem Gebiet der Immunologie und Molekularen Medizin der Entzündung zusammengeschlossen. In dem interdisziplinären Konsortium werden die molekularen Mechanismen der zellulären Kommunikation im Immunsystem sowohl im gesunden Organismus als auch im Rahmen akuter und chronisch entzündlicher Erkrankungen entschlüsselt und neue Therapien für die Patienten entwickelt.

Sprecher/Direktorium:

- Prof. Dr. med. Rüdiger Braun-Dullaeus
Direktor der Universitätsklinik für Kardiologie
Angiologie und Pneumologie.
Mitglied des SFB 854
- Prof. Dr. med. Thomas Fischer
Direktor der Universitätsklinik für Hämatologie und Onkologie
Sprecher des Else-Kröner Forschungskollegs Magdeburg
Mitglied des SFB 854
- Prof. Dr. med. Christoph Lohmann
Direktor der Universitätsklinik für Orthopädie
Sprecher des EU-Konsortiums HypOrth

Beteiligt:

- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme
- Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung Braunschweig HZI
- Leibniz-Institut für Neurobiologie LIN
- Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen DZNE

Förderung:

- SFB 854, SFB 779, DFG MGK 854, DFG GRK 1167
- Else-Kröner-Forschungskolleg Magdeburg
- EU-Verbund HypOrth
- Verbundprojekte des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
- Land Sachsen-Anhalt



Transfer-Forschungsschwerpunkt STIMULATE

Der Magdeburger Gesundheitscampus »STIMULATE – Solution Centre for Image Guided Local Therapies« bündelt die medizintechnischen Aktivitäten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Interdisziplinäre Teams aus Medizinern und Medizintechnikern arbeiten an der Entwicklung bildgeführter minimal-invasiver Diagnose- und Therapiemethoden zur Bekämpfung von Volkskrankheiten aus den Bereichen Onkologie und Neurologie. Ziel ist es, die medizinische Versorgung mit Hilfe innovativer Methoden zu revolutionieren, die medizinische Qualität zu steigern, die Belastung für Patienten zu verringern und die Kosten für das Gesundheitswesen zu reduzieren.

Sprecher:

- Prof. Dr. rer. nat. Ing. Georg Rose
Lehrstuhl Medizinische Telematik und Medizintechnik am Institut für Medizintechnik der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Beteiligt:

- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- dem Siemens Healthcare
- STIMULATE Verein e.V.

Förderung:

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Gesundheitscampus STIMULATE, Intelligente Katheter INKA)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
- Land Sachsen-Anhalt
- Industriepartner
- Europäische Kommission aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)



Transfer-Forschungsschwerpunkt Wirbelschichttechnik

Dieser in der Partikeltechnologie angesiedelte Transfer-schwerpunkt bündelt verschiedene Aktivitäten in der Wirbelschichttechnik zusammen, u.a. den aus Forschungseinrichtungen und Unternehmen bestehenden regionalen Wachstumskern WirbelschichtgranuliertechNIK WIGRATEC und die Nachwuchsforschergruppe NaWiTec. Ziel ist die Entwicklung mit neuartigen und hochwertigen Eigenschaften von innovativen Verfahren zur Herstellung von Partikeln für die chemische, pharmazeutische oder Lebensmittelindustrie.

Sprecher:

- Prof. Dr.- Ing. Evangelos Tsotsas, Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik am Institut für Verfahrenstechnik, Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Beteiligt:

- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Pergande-Gruppe
- Glatt GmbH
- Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Förderung:

- DFG – SPP 1486, DFG – SPP 1679, DFG – GRK 1554, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Land Sachsen-Anhalt



Transfer-Forschungsschwerpunkt Automotive

Innerhalb des 2006 gegründeten Transferschwerpunktes Automotive werden alle automotiven Kompetenzen der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg gebündelt. Dazu gehören vor allem die Entwicklung von Antriebsstrang- und Radnabenmotoren, die Gesamtfahrzeugentwicklung, Forschungsfelder in E-Mobilität und Verbrennungsmotorenkompetenz.

Sprecher:

- Prof. Dr.- Ing. Roland Kasper
Lehrstuhl Mechatronik am Institut für Mobile Systeme an der Fakultät für Maschinenbau der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Beteiligt:

- Fakultät für Maschinenbau
- Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik
- Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
- IKAM GmbH
- MAHREG Automotive
- Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
- Institut für Automation und Kommunikation ifak

Förderung:

- Land Sachsen-Anhalt
- Europäische Kommission aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)



Transfer-Forschungsschwerpunkt Erneuerbare Energie

Der Magdeburger Forschungscampus »STIMULATE – Solution Centre for Image Guided Local Therapies« bündelt die medizintechnischen Aktivitäten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Interdisziplinäre Teams aus Medizinern und Medizintechnikern arbeiten an der Entwicklung bildgeführter minimal-invasiver Diagnose- und Therapiemethoden zur Bekämpfung von Volkskrankheiten aus den Bereichen Onkologie und Neurologie. Ziel ist es, die medizinische Versorgung mit Hilfe innovativer Methoden zu revolutionieren, die medizinische Qualität zu steigern, die Belastung für Patienten zu verringern und die Kosten für das Gesundheitswesen zu reduzieren.

Sprecher:

- Prof. Dr. rer. nat. Ing. Georg Rose
Lehrstuhl Medizinische Telematik und Medizintechnik am Institut für Medizintechnik der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Beteiligt:

- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- dem Siemens Healthcare
- STIMULATE Verein e.V.

Förderung:

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Forschungscampus STIMULATE, Intelligente Katheter INKA)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
- Land Sachsen Anhalt
- Industriepartner
- Europäische Kommission aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)



Forschungs-Transferschwerpunkt Digital Engineering CeDeMo

cedemo – center for digital engineering, management and operations

Robotik, Elektromobilität, Industrie 4.0, Produktdesign – die Einsatzfelder von digitalen Ingenieuren sind vielfältig. Der fachliche Hintergrund ist es ebenfalls. An der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg werden im cedemo Forschung, Ausbildung und Vernetzung im Bereich Digital Engineering gebündelt. Insgesamt 12 Lehrstühle aus den Fakultäten für Informatik, Ingenieurwesen und Elektrotechnik arbeiten hier seit 2005 eng mit Gruppen aus dem Fraunhofer-Institut für Farbbetrieb und -automatisierung (IFF) zusammen, um neben interdisziplinären Forschungsprojekten auch Weiterbildungsangebote für Ingenieure zu realisieren. Auch einen internationalen Masterstudiengang Digital Engineering bietet das Zentrum an. Weiter Informationen im Internet unter www.cedemo.de.

Sprecher:

- Prof. Dr. Gunter Saake

Beteiligt:

- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
- Institut für Automatisierung und Kommunikation ifak
- SAP
- International Business Machines Corporation IBM

Förderung:

- DigiDak (50/50)
- VIERforS



'15 GUERICKE

forschen+vernetzen+anwenden

GK DigiDak

Graduiertenkolleg Digitale Daktyloskopie (digitale Fingerspuren)

DFG-SPP 1486

Deutsche Forschungsgemeinschaft-Schwerpunktprogramm 1486: Partikel im Kontakt – Mikromechanik, Mikroprozessdynamik und Partikelkollektive

DFG-SPP 1679

Deutsche Forschungsgemeinschaft-Schwerpunktprogramm 1679: Dynamische Simulation vernetzter Feststoffprozesse

DFG-GRK 1554

Deutsche Forschungsgemeinschaft-Graduiertenkolleg 1554: Mikro-Makro-Wechselwirkungen in strukturierten Medien und Partikelsystemen

SFB 854

Sonderforschungsbericht 854: Molekulare Organisation der zellulären Kommunikation im Immunsystem

SFB 779

Sonderforschungsbericht 779: Neurobiologie motivierten Verhaltens

DFG MGK 854

Deutsche Forschungsgemeinschaft Modul Integriertes Graduierten Kolleg des SFB 854: Molekulare Organisation der zellulären Kommunikation im Immunsystem

DFG GRK 1167

Deutsche Forschungsgemeinschaft-Graduiertenkolleg 1167: Zell-Zell-Kommunikation im Nerven- und Immunsystem

TR SFB 63

Sonderforschungsbericht Transregio 63: Integrierte chemische Prozesse in flüssigen Mehrphasensystemen

SFB TR 31

Sonderforschungsbericht Transregio 31: Das aktive Gehör

SFB TR 62

Sonderforschungsbericht Transregio 62: Eine Companion-Technologie für kognitive technische Systeme

GUERICKE '15

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

Herausgeber

Bereich Kommunikation und Marketing
im Auftrag des Rektors

Konzeption und Redaktion

Birgit Mangelsdorf, Katharina Vorwerk

Gast- und Mitautoren dieser Ausgabe

Kathrein Graubaum, Heike Kampe
Uwe Seidenfaden, Katharina Vorwerk

Erscheinungsweise

jährlich

Layout / Gestaltung

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

Redaktionsadresse

Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg
Publikationen und Öffentlichkeitsarbeit
Universitätsplatz 2
39106 Magdeburg
Tel.: 0391 67-58751
pressestelle@ovgu.de

© Copyright by

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

Druck

Druckhaus Panzig
Greifswald
www.druckhaus-panzig.de

Auflage

2.000
Nachdruck gegen Belegexemplare bei
Quellen- und Autorengabe frei.

Ein Netzwerk fürs Leben.



**Gesellschaft der
Freunde und Förderer der
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg**

**SEIT MEHR ALS 20 JAHREN UNTERSTÜTZEN WIR FINANZIELL
UND IDEELL DIE AKTIVITÄTEN DER ALMA MATER IN DEN
BEREICHEN FORSCHUNG, LEHRE, NACHWUCHSFÖRDERUNG UND INTERNATIONALES.**

**MITGLIEDER DER GESELLSCHAFT SIND STUDIERENDE,
LEHRENDE, ALUMNI, WIRTSCHAFTSUNTERNEHMEN UND PRIVATPERSONEN
AUS ALLEN BEREICHEN DER GESELLSCHAFT.**

EMPFEHLEN SIE UNS WEITER!

WWW.OVGU.DE/FÖRDERGESELLSCHAFT

