

BIOPRO Magazin

Gesundheitsindustrie und Bioökonomie in Baden-Württemberg Ausgabe 2/2019



Künstliche Intelligenz in der Medizin

Gesundheit:

monikit UG – Medizinprodukt für Epilepsiepatienten

Gesundheit:

Mit HKK Bionics kann die Hand wieder greifen

Bioökonomie:

Nachhaltige Energiespeicher aus Eierschalen

Im Gespräch:

Vernachlässigte Tropenkrankheiten – Impulse aus Baden-Württemberg



BIOPRO in Baden-Württemberg

Im Jahr 2002 gründete die Landesregierung Baden-Württembergs die BIOPRO Baden-Württemberg GmbH mit Sitz in Stuttgart. Die zu 100 Prozent vom Land getragene Gesellschaft unterstützt die Gesundheitsindustrie mit den Branchen Biotechnologie, Medizintechnik und Pharmazeutische Industrie sowie den Aufbau einer Bioökonomie in Baden-Württemberg. Wir sind zentraler Ansprechpartner für Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Netzwerke. Unser Ziel ist es, mit unserem Fachwissen Baden-Württemberg als herausragenden Standort weiterzuentwickeln und ein optimales Klima für Innovationen zu schaffen. Wir bewirken mit unserer Arbeit aber auch sehr konkret, dass wissenschaftliche Erkenntnisse schneller den Weg in die Wirtschaft finden.

Die BIOPRO informiert die Öffentlichkeit über die Leistungsfähigkeit und den Ideenreichtum von Medizintechnik, Biotechnologie und Pharmazeutischer Industrie. Außerdem begleiten wir Gründer auf dem Weg in ihr eigenes Unternehmen.

Gesundheitsindustrie: Baden-Württemberg ist ein starker Standort der Gesundheitsindustrie. Die zahlreichen Unternehmen der Medizintechnik, der Pharmazeutischen Industrie und der Biotechnologie bilden einen Kernbereich der baden-württembergischen Wirtschaft. Wir untermauern dies mit Daten und Fakten und tragen dazu bei, es national und international deutlich zu machen.

Bioökonomie: In einer Bioökonomie dienen nachwachsende Rohstoffe als Basis zum Beispiel für Chemikalien, Kunststoffe und Energie. Wichtige Verfahren zur Umsetzung von Biomasse in Zwischenprodukte kommen aus der Biotechnologie/Biologie. Wir sensibilisieren Unternehmen für die wirtschaftlichen Chancen in diesem Bereich und engagieren uns für die Etablierung einer Bioökonomie in Baden-Württemberg.



Liebe Leser,

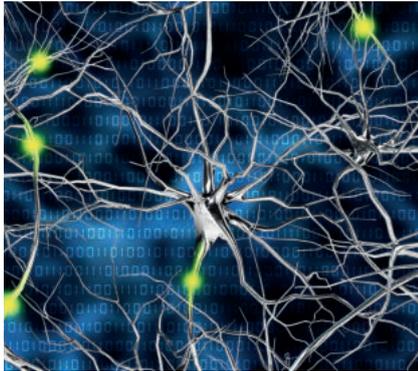
Künstliche Intelligenz (KI) ist eines der Themen, die uns mit der zunehmenden Digitalisierung beschäftigen. Mit ihr ergeben sich enorme Chancen für die Menschheit, aber es kommen auch große Herausforderungen auf uns zu. Das zeigte sich bereits im Jahr 2014, als der erste Computer den Turing-Test bestand und von den Prüfern nicht mehr von einem Menschen zu unterscheiden war. In Baden-Württemberg befassen sich Wissenschaftler schon lange mit der Anwendung der KI, sei es beim autonomen Fahren oder im Bereich der Medizin. Um ein einzigartiges Netzwerk der Künstlichen Intelligenz zu schaffen, fördert die Landesregierung Baden-Württembergs im Rahmen der Digitalisierungsstrategie die „KI made in Baden-Württemberg“. Welche Ideen aktuell in der Medizin und den Life Sciences aktuell verfolgt werden, erfahren Sie in unserem neuen Schwerpunkt „Künstliche Intelligenz“.

Dass es eine Alternative für die Anwendung von Glyphosat gibt, zeigen Forscher der Universität Tübingen in unserem Fachbeitrag zum Thema Bioökonomie auf Seite 16. Und welche Impulse bei der Erforschung von vernachlässigten Tropenkrankheiten, wie zum Beispiel Lepra oder Dengue-Fieber, aus Baden-Württemberg kommen, können Sie in unserem Interview mit Dr. Dr. Carsten Köhler, Direktor des Kompetenzzentrums Tropenmedizin Baden-Württemberg, nachlesen.

In unserer Rubrik BIOPRO & Netzwerk auf Seite 23 stellen wir dieses Mal einen unserer Partner vor, den Verein DG-BW Digitale Gesundheit Baden-Württemberg e. V. Der Verein versteht sich als Vernetzungsplattform der Akteure aus dem Bereich eHealth in Baden-Württemberg.

Viel Spaß beim Lesen wünschen
Prof. Dr. Ralf Kindervater
und das Redaktionsteam der BIOPRO Baden-Württemberg GmbH





▶ Editorial	3
▶ Inhalt	4
▶ Kurz notiert	5
<ul style="list-style-type: none"> • Neuartige Erreger in Rindfleisch und Kuhmilch als Krebsrisikofaktoren • Umweltfreundliche Alternative zu fossilem Erdgas: Methan aus Biomasse • Alternativer Infektionsweg für Grippeviren durch neues Testverfahren entdeckt • Metastasierung von Tumoren 	
▶ Schwerpunkt	
Gesundheit: Künstliche Intelligenz in der Medizin: Assistenz für die menschlichen Sinne BIOPRO-Kommentar zum Thema „Künstliche Intelligenz“	6
▶ Gesundheit	
Diagnostik: monikit UG – Medizinprodukt für Epilepsiepatienten	12
Medizintechnik: Mit HKK Bionics kann die Hand wieder greifen	14
▶ Bioökonomie	
Umwelt: Einfacher Zucker könnte Glyphosat bald Konkurrenz machen	16
Reststoffe: Nachhaltige Energiespeicher aus Eierschalen	18
▶ Im Gespräch	
Prävention: Vernachlässigte Tropenkrankheiten – Impulse aus Baden-Württemberg	20
▶ BIOPRO & Netzwerk	
eHealth: Transparenz und Vergleichbarkeit für Baden-Württemberg schaffen	22
▶ Impressum	23

Neuartige Erreger in Rindfleisch und Kuhmilch als Krebsrisikofaktoren

Ein Forscherteam um den Nobelpreisträger Prof. Dr. med. Dr. h. c. mult. Harald zur Hausen hat einen neuen Typ von Infektionserregern entdeckt, der in Milch- und Fleischprodukten europäischer Rinder vorkommt und das Risiko für Darm- und Brustkrebs steigert. Bei diesen „Bovine Meat and Milk Factors“ (BMMFs) handelt es sich um kleine DNA-Moleküle, die sowohl bakteriellen Plasmiden als auch bestimmten Viren ähneln. Wie zur Hausen in der Pressekonferenz ausführte, belegen viele Studien weltweit einen Zusammenhang zwischen dem Konsum an rotem Fleisch sowie Milchprodukten und den Neuerkrankungsraten an Darm- und Brustkrebs. In Regionen wie Nordamerika, Argentinien, Europa und Australien, wo große Mengen an Milch- und Fleischprodukten des europäischen Rindes verzehrt werden, ist auch das Darm- und Brustkrebsrisiko hoch. In Ländern wie Bolivien und Indien dagegen sind die Erkrankungsraten niedrig; hier werden vornehmlich asiatische Zebus gehalten. Dass Milch und Milchprodukte einen Risikofaktor darstellen, zeigt sich auch an dem deutlich niedrigeren Brustkrebsrisiko bei Menschen mit Laktoseintoleranz im Vergleich mit ihren laktosetoleranten Geschwistern oder Eltern. Zur Hausen wies darauf hin, dass die meisten viralen Krankheitserreger sehr spezifisch für ihren jeweiligen Wirtsorganismus sind; dennoch können sie oft auch Zellen anderer Spezies infizieren.

Umweltfreundliche Alternative zu fossilem Erdgas: Methan aus Biomasse

In Kooperation mit der Forschungsstelle des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) ist es Forschern des KIT gelungen, eine Pilotanlage zu bauen, in der Biogas aus der Vergärung organischer Reststoffe zu synthetischem Methan aufgewertet werden kann. Das biobasierte Methan ist nicht nur nachhaltiger Energieträger für

den Wärme- und Verkehrssektor, sondern eröffnet auch neue Chancen für die Zwischenspeicherung erneuerbarer Energien. Die Innovation befindet sich im Inneren der Pilotanlage und besteht aus metallischem Nickel. Es handelt sich um wabenförmige Katalysatorträger, die die Methanisierung in einem einstufigen Verfahren ermöglichen und so eine hohe Effizienz gewährleisten. Dr.-Ing. Siegfried Bajohr, der Leiter des EBI-Teilinstituts Chemische Energieträger - Brennstofftechnologie (EBIceb), an dem die metallischen Nickel-Katalysatoren entwickelt wurden, sieht in dem neuen Verfahren großes Potenzial; vor allem für die Bioökonomie. Denn durch die Biomassevergasung organischer Reststoffe wie Altholz oder die Vergärung von Biomasse können große Mengen Biogas hergestellt und in einem nachgeschalteten Schritt zu hochwertigem Methan aufgereinigt werden. Die Pilotanlage wird am Campus Nord des KIT als Teil des Energy Lab 2.0 im Hinblick auf die industrielle Nutzung weiter erprobt.

Alternativer Infektionsweg für Grippeviren durch neues Testverfahren entdeckt

Ein Team aus Forschern des Instituts für Virologie am Universitätsklinikum Freiburg, der Professur für Anwendungsentwicklung am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) und der Hahn-Schickard-Gesellschaft konnten kürzlich einen völlig neuen Mechanismus für das Eindringen von Grippeviren in Zellen demonstrieren. Demnach infizieren Influenzaviren aus Fledermäusen tierische Zellen – auch die des Menschen –, indem sie nicht wie die anderen Grippeviren an den Aminosäure Sialinsäure auf der Zelloberfläche binden, sondern an Proteine des MHC-Komplexes (Major Histocompatibility Complex). Dieser spielt für die Funktion des Immunsystems eine tragende Rolle und ist deshalb bei allen Wirbeltieren sehr ähnlich aufgebaut. Und gerade diese Tatsache macht die Entdeckung auch so brisant: Da Mäuse, Schweine, Hühner oder auch der Mensch damit quasi die gleichen Eintrittspforten für das Virus haben, könnten die Fledermausviren theoretisch

auch auf andere Wirbeltiere übertragen werden. Grundlage für die eindeutige Bestätigung des neuen Mechanismus war das von der Actome GmbH – einer Ausgründung des IMTEK – entwickelte neue Testverfahren, der „Emulsion Coupling Assay“. Dieser ermöglicht es, auf eine sehr sensitive Weise die Interaktion von Proteinmolekülen zu analysieren.

Metastasierung von Tumoren

Von den jährlich über 220.000 Krebstodesfällen in Deutschland werden 90 Prozent durch Metastasen verursacht. Während man früher davon ausging, dass erst weit fortgeschrittene Primärtumoren zur Metastasierung neigen, wissen wir inzwischen, dass sich Krebszellen sogar schon von kleinen, diagnostisch kaum nachweisbaren Tumoren ablösen können. In einem ersten Schritt, der lokalen Invasion, brechen Tumorzellen durch die den Primärtumor begrenzenden Barrieren in das umliegende Bindegewebe ein. Im zweiten Schritt, der Intravasation, dringen sie durch die Gefäßwandzellschicht in ein Blut- oder Lymphgefäß ein. Das Wachstum lebensbedrohender Metastasen ist das Ergebnis von Mutationen und eines Selektionsprozesses, in dessen Folge die metastatischen Krebszellen oft resistent gegenüber Medikamenten sind, mit denen der Primärtumor erfolgreich behandelt wurde. Eine „Personalisierte / Präzisions-Onkologie“, die Genome und Expressionsprofile jedes Tumors und seiner Metastasen benötigt, ist in der normalen klinischen Praxis noch nicht realisiert, doch wird – zum Beispiel mit einer Studie über metastasierten Brustkrebs am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) und DKFZ – die Vision dieser „genomically informed medicine“ durch ein „Omics Profiling“ bereits erprobt. Ferner kann ein neuer Immuntherapieansatz mit sogenannten Immun-Checkpoint-Inhibitoren bessere Ergebnisse erzielen. Die Entwicklung dieser neuen Wirkstoffklasse, für die James P. Allison und Tasuku Honjo 2018 den Nobelpreis für Medizin erhielten, ist ein glänzendes Beispiel dafür, wie durch onkologische Grundlagenforschung Verbesserungen in der Therapie selbst bei fortgeschrittenen metastasierten Tumoren erzielt werden können.



Künstliche Intelligenz in der Medizin

Künstliche Intelligenz kann in vielen Bereich eingesetzt werden und zum Beispiel in Form von autonomen Robotern oder intelligenten Diensten im Bereich der Bildauswertung oder Cyber-Abwehr eingesetzt werden. (Konzept der Montage: Kindervater/BIOPRO, Pott; grafische Umsetzung: Designwerk Kussmaul, Foto: shutterstock / Sebastian Kaulitzki)

Gesundheit

Künstliche Intelligenz in der Medizin: Assistenz für die menschlichen Sinne

Keiner kann mehr ohne sie: Ob wir wollen oder nicht, Künstliche Intelligenz berührt längst jeden einzelnen

von uns. Ob im Verkehr, bei Marketingkampagnen oder in Medizin und Life Sciences: KI steckt hinter vielen Dingen – auch oft, ohne dass uns dies so richtig bewusst wird. Dabei gehört Baden-Württemberg mit einer der größten Forschungsk Kooperationen Europas seit Kurzem zu den Hotspots für diese Schlüsseltechnologie.

Die Idee, dass Computer auf kognitiver Ebene menschenähnliche Fähigkeiten entwickeln könnten, gibt es schon lange: Beispielsweise erfand der Mathematiker Alan Turing bereits 1950 einen Test, mit dem geprüft werden kann, ob Computer ein dem Menschen gleichwertiges Denkvermögen haben: Mit dem sogenannten Turing-Test kann untersucht werden, ob es einer Testperson gelingt, Mensch und Maschine voneinander zu unterscheiden.

Dabei war der Computer jahrzehntlang chancenlos. Bis vor Kurzem: Seit spätestens 2017 gilt der Test als bestanden. Beispielsweise können seither überzeugende Telefonanrufe getätigt oder Rezensionen verfasst werden, die nicht mehr als maschinell erstellt erkennbar sind. Und auch in der Medizin können mit Computerhilfe heute schon Bilddaten automatisch analysiert, Kandidaten für Medikamente identifiziert oder personalisierte Behandlungen geplant werden.

Künstliche Intelligenz boomt – auch in den Life Sciences

Hinter all diesen Fähigkeiten stecken Künstliche Intelligenzen (KI), die durch die Entwicklung leistungsfähiger Computer und künstlicher neuronaler Netze sowie durch große Datenmengen, die aus dem Internet oder den sozialen Medien erhoben werden, unser Leben teilweise jetzt schon, und nach Ansicht von Experten noch in zunehmendem Maße, in vielen Bereichen bestimmen werden – auch in den Lebenswissenschaften. KI gilt als Schlüsseltechnologie unserer Zeit, und ihre Chancen und auch Risiken werden deshalb derzeit sehr kontrovers diskutiert: Beispielsweise in der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche Potenziale“ oder als Thema des Wissenschaftsjahres 2019.

Und auch die Medizin und die Biowissenschaften erleben derzeit einen wahren KI-Boom. Grund dafür ist, dass man hier mittlerweile an einem Punkt angekommen ist, an dem die Fähigkeiten des Menschen nicht mehr ausreichen, und die Potenziale vollständig zu nutzen: Modernste technische Möglichkeiten in Kombination mit zunehmender Automatisierung in Labor und Klinik sowie die Entwicklung von Hochdurchsatztechniken haben in den letzten Jahren zu einer riesigen Datenflut geführt. Deren vollständige Auswertung stellt eine praktisch unmögliche Herausforderung dar, sodass ein großer Teil der eigentlich verfügbaren Informationen bislang ungenutzt bleibt.

Eine MRT-Aufnahme beispielsweise, wie sie tagtäglich routinemäßig in vielen Arztpraxen und Kliniken gemacht wird, hat mehrere tausend Graustufen, die aber bisher auf unter hundert reduziert werden müssen, um vom behandelnden Arzt erfasst werden zu können. Ein Algorithmus aber, der alle Daten miteinbeziehen könnte, würde vielleicht zu ganz anderen Ergebnissen kommen als der Mensch. Dies gilt auch für viele andere Bilddaten, deren Informationsgehalt meist nicht annähernd optimal genutzt wird;

zum Beispiel von Röntgen- und Ultraschallaufnahmen oder mikroskopischen Bildern. Durch Einsatz von KI sollen innovative technische Entwicklungen und die produzierten Daten wesentlich effizienter genutzt werden können.

Maschinelles Lernen spielt tragende Rolle

Unter dem Begriff KI – auch oft AI (Artifizielle Intelligenz) genannt – werden allgemein Algorithmen mit menschenähnlichen Entscheidungsstrukturen zusammengefasst. Eine einzige und präzise allgemeingültige Definition gibt es bislang noch nicht. Generell unterscheidet man aber zwischen einer „schwachen“ und einer „starken“ KI: Die „starke“ KI geht davon aus, dass Algorithmen die gleichen intellektuellen Fähigkeiten wie der Mensch haben oder ihn sogar übertreffen. Die „schwache“ Variante konzentriert sich auf die Lösung konkreter Anwendungsprobleme, wobei die entwickelten Systeme zwar zur Selbstoptimierung fähig sind und auch zur Simulation menschlichen Denkens konstruiert werden, aber nur sehr begrenzte Aufgaben bearbeiten können. Da man nach heutigem Stand noch nicht so weit ist, eine „starke“ KI zu entwickeln, konzentriert man sich derzeit auf die Erforschung und Umsetzung der „schwachen“ Variante. So auch die Bundesregierung, die sich mit ihrer nationalen Strategie für Künstliche Intelligenz „AI made in Germany“ seit Ende 2018 auf zwölf Handlungsfelder konzentriert, um Deutschland und Europa zu einem führenden Standort für KI zu machen.

In den Life Sciences spielt momentan vor allem ein Teilgebiet der KI eine tragende Rolle: das maschinelle Lernen, das heißt, die künstliche und eigenständige Lösung von Problemen durch Lernen aus Beispielen – nicht durch Programmierung. Von den vielen Ansätzen, die Experten auf diesem Gebiet aktuell schon zur Hand haben, ist das sogenannte Deep Learning besonders populär, um Muster und Modelle abzuleiten. Es nutzt – inspiriert vom Lernen im menschlichen Gehirn – künstliche neuronale Netze, die auf Basis großer Datenmengen das Erlernte immer wieder mit neuen Inhalten verknüpfen und dadurch erneut lernen.

KI in Deutschland hat mehrere Zentren

Generell ist nach Ansicht von Experten Deutschland im weltweiten Vergleich in der Forschung und Entwicklung von KI derzeit gut aufgestellt. Allerdings läuft sowohl die deutsche als auch die europäische Forschungs- und Entwicklungslandschaft Gefahr, durch massive Abwerbungen aus dem Ausland und der Industrie zukünftig zurückzufallen.

Bei der wirtschaftlichen Vermarktung stellt sich die Lage etwas anders dar: Nach einer Studie der Unternehmensberatung Roland Berger aus dem Jahr 2018 hat die USA inzwischen schon die Führungsrolle bei der Gründung von KI-Start-ups übernommen, die als Innovationstreiber für diese Technologie gelten. Demnach sind aktuell schon fast 40 Prozent aller dieser

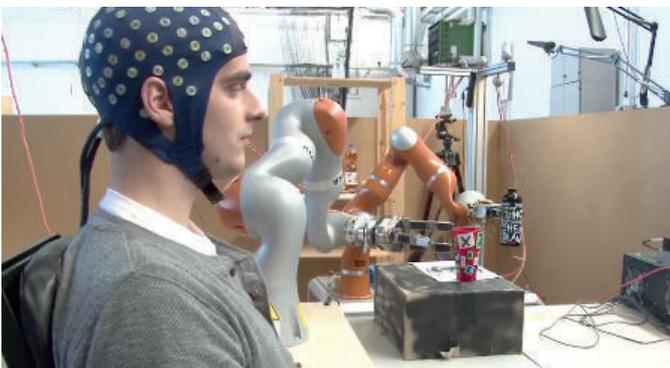
jungen Unternehmen in den USA ansässig; Europa liegt mit 22 Prozent aber immerhin an zweiter Stelle vor China und Israel. Deutschland allein nimmt mit knapp über hundert Start-ups den achten Platz weltweit ein. Hier soll die „Strategie Künstliche Intelligenz“ der Bundesregierung ansetzen. Geplant war dafür ursprünglich, in den nächsten fünf Jahren drei Mrd. Euro in die Technologie zu investieren. Derzeit sollen aber zunächst nur 500 Mio. Euro ausgegeben werden dürfen.

Aktuell sind in Deutschland sowohl KI-Start-ups als auch Forschungseinrichtungen nicht primär an einem Ort konzentriert, sondern teilen sich in mehrere Zentren auf, darunter beispielsweise das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz mit mehreren Standorten, rund 25 Hochschulen sowie Einrichtungen der Fraunhofer- und der Max-Planck-Gesellschaft.

Baden-Württemberg will Spitzenplatz ausbauen

In Baden-Württemberg ist die Zahl der Zentren im deutschlandweiten Vergleich besonders hoch: In der akademischen Forschung sind auf diesem Gebiet fast alle Hochschulen engagiert. Aber auch an anderen Standorten wird mit Hochdruck an der Entwicklung und Anwendung von KI gearbeitet, beispielsweise im Hub Artificial Intelligence Karlsruhe; am KIT, dem Karlsruher Institut für Technologie; in den Exzellenzclustern „BrainLinks-BrainTools“ Freiburg oder „Maschinelles Lernen“ Tübingen oder im Cyber Valley der Region Stuttgart-Tübingen. In einem Strategiepapier hat sich die Landesregierung parallel zum entsprechenden Dokument der Bundesregierung als zukünftige „weltweite Leitregion des digitalen Wandels“ und „Vorreiter für Künstliche Intelligenz“ positioniert und einen zweistelligen Millionenbetrag bereitgestellt, um „ein einzigartiges Ökosystem für KI zu schaffen“, das aber gleichzeitig „Standards setzt in Cybersicherheit, Datenschutz und Ethik“. Schon jetzt nimmt Baden-Württemberg mit knapp über 80 KI-Innovationen einen der Spitzenplätze Deutschlands ein.

Mit dem bereits 2016 gegründeten Cyber-Valley – einer der europaweit größten Forschungsk Kooperationen in der KI – ist Baden-Württemberg mittlerweile sogar zu einem europäischen Hotspot



Bei einer BCI wird die Gehirnaktivität per EEG aufgezeichnet, mit Methoden der künstlichen Intelligenz analysiert und in Steuerungssignale für Maschinen umgewandelt. Foto: Universität Freiburg

geworden. Beteiligt sind die Max-Planck-Gesellschaft, die Universitäten Tübingen und Stuttgart sowie die Unternehmen Amazon, BMW, Bosch, Daimler, die Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr (IAV), Porsche und ZF Friedrichshafen sowie mehrere Stiftungen. Weitere Partner sollen in den kommenden Jahren dazustoßen. Die bearbeiteten Themen sind sehr breit gefasst und reichen von neuartigen numerischen Algorithmen, die lernende Maschinen schneller und zuverlässiger machen sollen, über intelligente Systeme für selbstfahrende Autos bis hin zu medizinischen Analyseverfahren.

Europäischer Hotspot für KI: Das Cyber Valley Stuttgart-Tübingen

„Die Idee für das Cyber Valley verdanken wir der Voraussicht von Martin Stratmann, dem Präsidenten der Max-Planck-Gesellschaft, und Ministerpräsident Winfried Kretschmann: Sie erkannten schon früh, dass KI und Robotik Zukunftstechnologien sind und dass nur eine räumliche Verdichtung zwischen Forschung und Unternehmen Deutschland insgesamt als Standort zukunftsfähig machen wird“, so Linda Behringer, Pressesprecherin des Cyber Valley und des Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme in Stuttgart. „Und genau das bietet das Neckartal: Exzellente Universitäten, führende Hightech-Unternehmen in der nächsten Umgebung sowie einen breit aufgestellten Mittelstand. Unsere Forscher aus Stuttgart und Tübingen nehmen bei wissenschaftlichen Publikationen im Bereich KI den Spitzenplatz in Deutschland ein; beim Thema „Maschinelles Lernen“ findet sich Tübingen unter den Top 10 Standorten weltweit.“

In diesem Rahmen treibt das Cyber Valley die Grundlagenforschung und Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses voran: Dazu wurden kürzlich zehn neue Forschungsgruppen aufgebaut; weitere sollen in den kommenden Jahren folgen. An beiden Universitäten werden derzeit insgesamt zehn neue Lehrstühle für KI eingerichtet. Eine neue Graduiertenschule, die International Max Planck Research School for Intelligent Systems, kümmert sich um die Ausbildung und Betreuung von über 100 Doktoranden. Damit reagiert man auch auf den Mangel an Experten auf dem Gebiet.

„Außerdem fördert das Cyber Valley die Gründungskultur in der Wissenschaft; hier entsteht ein ideales Umfeld für Start-ups“, erklärt Behringer. „Geplant sind darüber hinaus gemeinsame Forschungsprojekte zur Stärkung des Technologietransfers zwischen den Partnern. Der rege Austausch zwischen anwendungsbezogener Industrieforschung und neugiergetriebener Grundlagenforschung soll neue Impulse für beide Seiten setzen und den idealen Nährboden für Ausgründungen schaffen.“

Neuromedizinische künstliche Intelligenz verantwortungsvoll nutzen

Im Freiburger Exzellenzcluster BrainLinks-BrainTools werden derzeit die neuesten Entwicklungen der Neurotechnologie erforscht: Brain-Computer-Interfaces (BCI). Mit der Gehirnaktivität



Am Tübinger MPI für Intelligente Systeme steht ein weltweit einzigartiger 4D-Ganzkörperscanner, der den Körper und seine Bewegungen in Raum und Zeit hochauflösend aufnehmen kann. Hieraus erzeugen Forscher einen detailgetreuen virtuellen Stellvertreter eines Menschen. Foto: Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme, W. Scheible

Maschinen steuern zu können, ist die Idee hinter Gehirn-Computer-Schnittstellen – den Brain-Computer-Interfaces. Die Technologie ermöglicht es, ganz ohne Muskelkraft bestimmte Anwendungen auszuführen – beispielsweise per Computer mit der Umwelt zu kommunizieren oder einen Roboter zu steuern. Meist wird hierzu die elektrische Aktivität der Nervenzellen im Gehirn durch Elektroenzephalografie (EEG) am Schädel abgeleitet und aufgezeichnet. Anschließend analysiert ein Computer die Hirnströme mithilfe von computergestützten Modellen, seit Neuestem auch mit fortgeschrittenen Methoden des maschinellen Lernens, und übersetzt sie in Steuersignale für die entsprechende Anwendung.

Roboter nur durch Gehirnaktivität steuern

Mit der klinischen Anwendung solcher BCI beschäftigt sich auch der Neurologe Dr. Philipp Kellmeyer im Neuromedical AI Lab (Leiter: PD Prof. Dr. med. Tonio Ball) des Exzellenzclusters BrainLinks-BrainTools und am Freiburg Institute for Advanced Studies (FRIAS) der Universität Freiburg. „Das Cluster bietet uns eine außergewöhnlich innovationsfreundliche Umgebung, die deutschlandweit einzigartig ist“, berichtet Kellmeyer. „Hier können wir in Teams alles an einem einzigen Standort entwickeln und erforschen – von der Elektrodenvermessung über Tierstudien bis hin zur Translation in die Klinik; teilweise sogar in kleinen Neurotech-Start-ups. Beispielsweise waren wir zusammen mit anderen Wissenschaftlern aus dem Cluster 2017 ganz vorne mit dabei bei der Entwicklung des ersten BCI zur Robotersteuerung, das auf Künstlicher Intelligenz – dem Deep Learning – basiert.“

Die Methode, mit der seit gut einem Jahr Roboter nur durch die Gehirnaktivität gesteuert werden können, funktioniert so gut, dass man

sie auch noch auf andere Anwendungsfelder ausweiten will, so der Neurologe. Gruppenleiter Ball nennt diesen Ansatz „neuromedizinische künstliche Intelligenz“. Sie soll unter anderem auch für das generelle Verständnis von Gehirnfunktionen nutzbar gemacht werden.

Neues System ermöglicht es Gelähmten, zu kommunizieren

Derzeit arbeiten Ball und Kellmeyer im Team mit Neurowissenschaftlern, Klinikern und Ingenieuren des Exzellenzclusters an der Entwicklung eines BCI-gesteuerten Kommunikationssystems. Dabei erproben die Forscher auch neue Elektroden, die die Nervensignale direkt von der Oberfläche des Gehirns ableiten. Beim traditionellen EEG wird das Signal durch den Schädelknochen abgeschwächt und ist dann teilweise schwer zu interpretieren. Für den neuen Ansatz hat man in Freiburg Elektroden entwickelt, die, unter dem Schädelknochen implantiert, direkt auf die Hirnhäute gelegt werden und dort ohne Dämpfung die bioelektrische Aktivität des Gehirns aufzeichnen können.

Ein weiterer Fokus der Studie ist die Analyse der Messdaten. „Hier sind für uns Methoden der Künstlichen Intelligenz bei der Decodierung der umfangreichen Daten aus den Aufzeichnungen der Hirnaktivität extrem hilfreich“, sagt der Wissenschaftler. „Denn daraus ergibt sich der Algorithmus, der als Resultat den gewünschten Steuervorgang ausführt. Und es wäre ein riesiger Innovationssprung, wenn wir es damit den Patienten ermöglichen könnten, zu kommunizieren.“ Das neue System, mit dem Gelähmte Buchstaben generieren können, soll rein auf der intuitiven Änderung der Hirnaktivität basieren. Aus jeder Anwendung lernt der Algorithmus neu und ist in der Lage, sich individuell an den Benutzer anzupassen.



Wann es so weit sein wird, dass Patienten dieses System nutzen können, hänge auch von der Innovationsdynamik ab, meint Kellmeyer: „Wenn gezeigt wird, dass das Prinzip funktioniert, dann entsteht vielleicht ein Markt, an dem auch große Firmen interessiert sind. Die Unterstützung für schwerbehinderte Patienten wird aber sehr wahrscheinlich zunächst nur ein Nischenmarkt für kleinere Firmen bleiben.“ Plan ist es, die Pilotstudie für dieses völlig neue medizinische Verfahren noch in diesem Jahr zu starten.

Maschine als Assistent

Ebenfalls ein Experte für den Umgang mit großen Datenmengen ist der Wirtschaftswissenschaftler Sergey Biniaminov, der das Karlsruher Unternehmen HS-Analysis GmbH leitet, das für das Management großer Datenmengen und Softwareinfrastruktur im Life-Science-Bereich spezialisiert ist. Von den vielen Techniken des maschinellen Lernens kommt in den Lebenswissenschaften besonders häufig das sogenannte Deep Learning zum Einsatz, das heißt, eine autonome und maschinelle Generierung von Wissen und Erfahrungen durch Algorithmen. Auch bei HS-Analysis werden viele Projekte mithilfe der Technik bearbeitet: Eines der Geschäftsfelder besteht darin, umfangreiche Bilddaten mikroskopischer Aufnahmen auszuwerten. „Mit Deep Learning entstehen neue Möglichkeiten, die einzelnen Zusammenhänge und Objekte in den mikroskopischen Daten zu erkennen und miteinander in Zusammenhang zu bringen, was ganz neue Erkenntnisse ermöglicht“, so der Experte.

Künstliche Intelligenz hat ihre Wurzeln in der Automobilindustrie

Die Wurzeln der KI liegen – ähnlich wie bei der Automatisierung – eigentlich in der Automobilindustrie, die an der Entwicklung solcher Datenanalysen beispielsweise für autonomes Fahren unter Hochdruck forscht. So wie Henry Ford einst Jahrzehnte später sozusagen die Automatisierung ins Labor brachte, setzte auch zunächst der Automobilsektor eine vielversprechende Art von Deep Learning, die CNNs (Convolutional Neural Networks), in der Bildbearbeitung ein. Dann wurden die Methoden auch in weiteren Branchen angewandt. Mittlerweile sind die Anwendungsmöglichkeiten der KI auch in Medizin und Lebenswissenschaften fast unüberschaubar vielfältig.

So sind auch in der medizinischen Diagnostik KI-Verfahren längst alltäglich. Beispielsweise können bei einer membranösen Glomerulonephritis, einer der häufigsten Nierenerkrankungen im Erwachsenenalter, einzelne Objekte der Niere mit einer sehr hohen Zuverlässigkeit zugeordnet, quantifiziert und in Vergleich mit Daten aus dem Krankheitsgeschehen in Verbindung gebracht werden. „Dies ist auch auf andere Organe und deren Segmente übertragbar. So können unterschiedlichste Krankheiten durch eine präzisere Diagnostik behandelt werden“, erklärt Biniaminov, der gerade am Aufbau eines bundesweiten Diagnostiknetzwerks mitarbeitet.

Innovative Technologie mit Grenzen und Schwächen

Jedoch hat die KI wie jede innovative Technologie ihre Grenzen und Schwächen. „Wir machen es uns bewusst zur Aufgabe, auch die Grenzen der Technologie zu kommunizieren, denn nur so sind wir in der Lage, auftretende Probleme zu lösen“, so der Geschäftsführer. „Eine Software hat zum Beispiel immer eine Fehlerwahrscheinlichkeit. Deshalb können wir nicht einfach überall die gleichen allgemeinen Modelle anwenden, sondern müssen jeden Fall individuell betrachten.“

Ein weiteres Problem sei es, dass man zwar sehr genaue Ergebnisse erhalte, aber in den meisten Fällen noch gar nicht genau nachvollziehen könne, warum ein Modell ein bestimmtes Ergebnis liefert: „Unsere Mission ist es, zu erklären, warum die Modelle zu einer Erkenntnis gekommen sind, aber nach heutigem Stand ist das sehr schwer.“ Grund hierfür seien die CNN, auf denen die Technologie basiert: Hier gäbe es Entscheidungsebenen und -möglichkeiten im Millionenbereich, sodass die Ergebnisse für den Menschen derzeit einfach nicht interpretierbar sind.

Ethische Aspekte im Umgang mit Hirndaten

Abgesehen von seinem patientenorientierten Bereich, beschäftigt sich auch Philipp Kellmeyer noch mit ethischen Aspekten, die die Anwendung von fortgeschrittenen KI-Methoden auf Gehirndaten mit sich bringt. „Grundsätzlich gilt das ja für alle Bereiche der Medizin mit großen Bild- und Datenmengen. Hier ist es natürlich wünschenswert, KI auf möglichst breiter Basis zu nutzen. Gleichzeitig wirft das aber auch viele Fragen auf“, erklärt er. „Dies beginnt mit praktischen Dingen wie beispielsweise der Umstrukturierung und Vernetzung von Klinikdaten. Denn man braucht ja Daten von ganz vielen Patienten, um darin Muster erkennen zu können – und dann eben auch den entsprechenden Datenschutz. Und es endet damit, dass wir uns auch ganz grundsätzlich mit normativen Aspekten beschäftigen müssen, die die Interaktion von Menschen mit intelligenten Systemen mit sich bringt.“

An diesen ganz grundsätzlichen Herausforderungen, wie mit solchen Hirndaten umgegangen werden muss, arbeitet Kellmeyer mit Kollegen aus Informatik, Philosophie und Rechtswissenschaften am FRIAS im Forschungsschwerpunkt „Verantwortliche Künstliche Intelligenz“. Bereits 2017 hatte der Freiburger Neurologe gemeinsam mit anderen Wissenschaftlern eine Liste ethischer Prioritäten erarbeitet und veröffentlicht, die sich aus der Nutzung von KI in der Neurotechnologie ergeben.

Der europäische Weg: Einsatz von KI abwägen

„Womit wir uns beschäftigen, sind hauptsächlich zwei Bereiche“, berichtet Kellmeyer. „Erstens das Transparenz- und Verantwortlichkeitsproblem der Algorithmen. Denn man kann ja nicht voraussagen, wie sich ein System in der Zukunft verhält, weil es ständig dazulernt und sich daraufhin erneuert und verändert. Zweitens

BIOPRO-Kommentar zum Thema „Künstliche Intelligenz“

Digitalisierung ist ein langwieriger Prozess, der in Wellenbewegungen stattfindet. Die aktuelle Welle, die anbrudet, ist die künstliche Intelligenz (KI). KI ist notwendig, weil im Rahmen der Digitalisierung enorme Mengen an Daten entstehen, zu deren Auswertung der menschliche Verstand kaum fähig ist. Auch früher hat man teilweise, z. B. im Rahmen internationaler Forschungsprojekte, schon große Datenmengen generiert, nur konnte man diese zum einen nur unter großem Aufwand speichern, und zum anderen konnten die Daten nur schwer strukturiert werden. Heute ist dies anders. Dank der dezentralen Datenspeicherung z. B. von Gesundheitsdaten können selbst große Datenmengen sicher gespeichert werden. Besonders in der Medizin ist es interessant, komplexe Gesundheits- bzw. Krankheitszustände des Menschen anhand dieser Daten besser zu verstehen. Die genomischen, proteomischen und metabolischen Datenkomplexe geben Informationen, um Krankheiten wie zum Beispiel Krebs zu analysieren und auch zu bekämpfen. Denn was am Anfang mit einer Mutation beginnt, kann sich mit weiteren Mutationen „evolutiv“ ausbreiten und zur Bildung von Metastasen an ganz anderen Orten mit einer komplett anderen Ausrichtung führen. Die Daten dieser schnellen Evolution, die wir heute messen und speichern können, sind mit einer einfachen Analyse nicht mehr zu

könnte es grundsätzlich Schwierigkeiten mit der Interpretierbarkeit geben, weil wir bis jetzt noch gar keine so großen Datenmengen verarbeiten konnten. Beispielsweise hat eine MRT-Aufnahme über 5.000 Grauschattierungen, die aber bisher auf unter hundert heruntergerechnet werden, weil dies für den menschlichen Wahrnehmungsapparat sonst gar nicht visuell auflösbar ist. Ein Algorithmus würde aber davon profitieren und vielleicht zu ganz anderen Ergebnissen kommen. Andererseits müssten wir ihm dann aber blind vertrauen, und das fällt im Moment noch schwer.“

So wollen Kellmeyer und Kollegen im Laufe dieses Jahres eine Alternative zur „disruptiven KI“ erarbeiten, wie der Wissenschaftler das nennt, was im amerikanischen Silicon Valley praktiziert wird, oder zur „dystopischen KI“, die mitunter in China zur Überwachung der Bevölkerung angewandt wird: „Wir streben einen europäischen, dritten Weg an: Eine verantwortliche KI, die für uns bedeutet, dass man Systeme nur dann einsetzen sollte, wenn man sie auch versteht.“

Ein weitreichendes Problem sei es, dass sich diese Dinge der politischen Steuerung weitgehend entziehen, meint er: „Daher muss man jetzt dringend ein Problembewusstsein schaffen und den öffentlichen Diskurs anregen, damit man eine so mächtige Technologie auch so nutzen kann, dass man die Vorteile genießt.

verstehen. Eine KI, bestehend aus Algorithmen und Codes, kann jedoch ein Ähnlichkeitsmodell bei der Analyse der Daten von verschiedenen Patienten anwenden und so Therapieoptionen für Patientengruppen anbieten. Die Basis dafür bildet das maschinelle Lernen, bei dem das künstliche System anhand von Trainings- und Gesundheitsdaten Gesetzmäßigkeiten erkennt.

In Zukunft wird die KI vielleicht sogar anhand der großen Datenmengen einzelner Patienten auch individuelle personalisierte Formen der Medizin ermöglichen. Ärzte könnten damit schon bald eine aktivere Rolle in der Therapie einnehmen und der Entwicklung der Krankheit nicht hinterherlaufen, sondern im gleichen Schrittempo wie die Krankheit prädiktiv unterwegs sein. Wichtig ist es jedoch, auch in eine fernere Zukunft zu denken. So liegen schätzungsweise in zwei bis drei Generationen große Datenmengen zu ganzen Familien vor, mit denen zum einen natürlich Erkrankungen vorhergesagt werden könnten, zum anderen aber auch ein „perfekter Mensch“ generiert werden könnte. Hiermit entsteht durch das mächtige Instrument der KI zusammen mit den jüngeren Entwicklungen der Genschere auch ein enormes Bedrohungspotenzial. Unsere Aufgabe in Europa ist es daher, mit unserem ethisch-politischen Wertesystem auch Grenzen für derartige Anwendungen zu setzen, ohne sinnvolle Innovationen auf diesem Gebiet anderen Kulturkreisen zu überlassen.

Herzlichst, Ihr Prof. Dr. Ralf Kindervater

Mit der Ökologiebewegung war es ja ähnlich; das hat Jahrzehnte gedauert, bis ein gewisses Umweltbewusstsein in der Bevölkerung angekommen ist. Und im Zusammenhang mit KI geht es auch ganz viel um individuelle Verantwortung für den Umgang mit den eigenen Daten. Denn Facebook, Google und Co. haben ein ganz großes Interesse an Daten aus der Hirnaktivität ihrer Nutzer – „verbraucherorientierte Neurotechnologie“ nennen wir das.

KI soll nicht den Menschen ersetzen

Mit den Aussagen der verschiedenen Experten wird deutlich, dass es, wie bei allen innovativen Technologien, es auch zum Thema KI sehr kontroverse Ansichten gibt, die von „schlimmer als die Atombombe“ oder „Robokalypse“ bis hin zum „Zukunftsmarkt“ oder „goldenem digitalen Zeitalter“ reichen. Dabei sollten die verschiedenen Anwendungsgebiete jedoch getrennt voneinander betrachtet und bewertet werden: Während autonome Waffensysteme oder die verbraucherorientierte KI von Konzernen wie Google oder Amazon von vielen Menschen kritisch gesehen werden, ist die Akzeptanz in medizinischen Anwendungen um ein Vielfaches größer. Hier stimmen wohl die meisten überein, dass es grundsätzlich wünschenswert ist, KI auf möglichst breiter Basis und zum Wohl des Menschen zu nutzen.

Dr. Petra Neis-Beeckmann



Das Team der monikit UG (von links nach rechts): Florian Lutz (Co-Founder), Kevin Klett (Co-Founder) und Julian Hofmeister (Data Science).
 Foto: monikit UG

Diagnostik

monikit UG – Medizinprodukt für Epilepsiepatienten

Anfälle bei Epilepsie automatisch und mobil zu erkennen, ist das Ziel der Stuttgarter monikit UG. Mit der Unterstützung von Tübinger Neurologen entwickelt das Start-up einen Epilepsie-Anfallsdetektor, den die Patienten wie einen Fitnessstracker tragen können.

Epilepsien gehören zu den häufigsten chronischen Erkrankungsgruppen des zentralen Nervensystems. In Baden-Württemberg leiden etwa 85.000 Patienten an der Krankheit, deutschlandweit sind es ca. 700.000 Patienten. Als sogenanntes epileptisches Syndrom bezeichnet man

das Krankheitsbild, das sich durch wiederkehrende Anfälle auszeichnet. Dabei kann die Art der Anfälle von Patient zu Patient sehr verschieden sein. Die Anfälle haben zum Beispiel verschiedene Ursprünge im Gehirn und unterscheiden sich auch in der Art ihrer Symptome. Denn nicht bei jeder Anfallsart verkrampft sich der gesamte Körper des Patienten. Es können auch andere Erscheinungen wie beispielweise zuckende Augenlider oder kurze Bewusstseinspausen auftreten.

Die Ursachen für eine Epilepsie sind ebenfalls sehr verschieden. Epilepsien können unter anderem durch Hirntumoren, Infektionen des Gehirns, Schädel-Hirn-Traumata nach Unfällen oder Fehlbildungen des Gehirngewebes verursacht werden. Nur wenn die Art der Anfälle und deren Häufigkeit bekannt sind, können Ärzte eine erfolgreiche Behandlung, z. B. eine medikamentöse Therapie, gemeinsam mit dem Patienten entwickeln. Um an diese Informationen zu gelangen, werden die Hirnströme eines Patienten mithilfe eines EEG-Monitorings (EEG: Elektroenzephalographie) überwacht.

Dazu werden EEG-Elektroden am Kopf des Patienten befestigt. Solch ein Langzeit-EEG kann von 24 Stunden bis hin zu fünf Tagen dauern. In dieser Zeit dürfen die Patienten die Station in der Klinik nicht verlassen. Zu Hause führen Epilepsiepatienten ein „Anfallstagebuch“ und ermöglichen so dem Arzt eine Einschätzung zu Art, Ursache und Häufigkeit der Anfälle. Ungenaue Berichte der Patienten können jedoch zu einer ineffizienten Therapie führen. „Die sogenannten partiellen (fokalen) Anfälle sind häufig für Außenstehende und den Patienten selbst gar nicht zu bemerken“, berichtet Kevin Klett, der Stuttgarter Gründer der monikit UG. Das junge Unternehmen arbeitet am ersten mobilen und automatisierten Epilepsie-Anfallsdetektor, mit dessen Hilfe alle Arten von Anfällen detektiert werden können.

Zusammenarbeit mit Universitätsklinikum Tübingen

Medienwissenschaftler Kevin Klett und Informatiker Florian Lutz lernten sich während des Masterstudiums an der Stuttgarter Hochschule der Medien kennen. „Florian Lutz hatte damals schon theoretisch die Idee zu einem Epilepsie-Anfallsdetektor. Wir haben uns dann in Rahmen der Vorlesung zur Unternehmensgründung zusammengetan und das Konzept der mobilen Epilepsieanfallserkennung weitergesponnen“, berichtet Klett. Ihren ersten Pitch hatten die beiden Gründer mit Prof. Dr. Yvonne Weber von der Abteilung Neurologie mit Schwerpunkt Epileptologie am Universitätsklinikum Tübingen. Prof. Weber war so begeistert von der Idee, dass sie den Gründern Räume anbot, um die Idee weiter zu vertiefen. Damals wie heute unterstützen Prof. Weber und Dr. Henner Koch das Team von monikit. Im Jahr 2016 war es dann soweit, und die monikit UG wurde gegründet.

Finanzielle Mittel und zusätzliches Know-how erforderlich

In der Anfangsphase wurde das Start-up von der Medtech Start-up School Tübingen, den Business Angels rund um Prof. Nils Högsdal von der Hochschule der Medien, EXI-Gründergutscheine sowie dem EXIST-Gründerstipendium unterstützt. „Damals haben wir an einer technischen Lösung mit optischen Sensoren gearbeitet, die uns nicht viel weitergebracht hat, da die Technik damals noch nicht so weit fortgeschritten war. Ende 2016 haben wir geprüft, wie wir weitermachen können, und noch einmal die komplette Technik überarbeitet. Seitdem arbeiten wir nicht mehr an der Hardware, sondern an der Software, am Algorithmus. Wir haben erkannt, dass das der Motor der Innovation ist“, berichtet Klett, der wie sein Firmenpartner einen Master mit Fokus auf Entrepreneurship und Innovationsmanagement gemacht hat. Das Unternehmen setzt seitdem auf eine andere Sensorik, die von einem weiteren Unternehmen

hinzugekauft wird. Seit Anfang 2017 arbeitet die monikit UG an der neuen Methodik. Zu diesem Zeitpunkt ist auch Julian Hofmeister, der mittlerweile Mitgründer ist, als Data Scientist in das Unternehmen gekommen. Doch um den hohen regulatorischen Anforderungen an Medizintechnik-Unternehmen gerecht zu werden, waren weitere finanzielle Mittel notwendig. Hier hat das Fördermittel des Programms „Junge Innovatoren“ des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg weitergeholfen. „Und zum Ende des zweiten Jahres dieses Förderprogramms haben wir eine Finanzierung von rund 1,9 Mio. Euro durch den Life Science Inkubator in Bonn bereitgestellt bekommen. Seitdem haben wir unsere zweite Basis in Bonn. Der Unternehmenssitz ist aber weiterhin in Stuttgart beheimatet, da wir mit der Region und dem Standort Tübingen sehr stark verbunden sind. Dort führen wir auch die klinischen Studien durch und testen unser System“, erzählt Klett.

Anfallsart automatisch erkennen

Florian Lutz und Kevin Klett hatten beide während ihrer Zeit beim Zivildienst Kontakt mit Epilepsie. Natürlich erhöht sich durch das System auch die Anzahl an gemessenen Gesundheitsdaten im Alltag von Epilepsiepatienten, und so könnte die Therapie in Zukunft noch einen weiteren Schritt nach vorne machen. Das Gerät, beschreibt Klett, sei wie ein Fitnessstracker, der mit dem Algorithmus auf Basis der verschiedenen Muster der Gesundheitswerte der einzelnen Anfallsarten automatisch die Anfallsart erkennen kann. Zusätzlich kann das System eine Benachrichtigung an einen Angehörigen schicken. So können rechtzeitig Notfallmedikamente verabreicht und gefährliche Gegenstände aus der Umgebung entfernt werden. Zurzeit testet das Unternehmen das Gerät und den Algorithmus in Tübingen in einer Studie an Patienten. Ziel ist es, das Gerät zu validieren und zu verbessern und die Rahmenbedingungen für die Konformitätsbewertung und die spätere CE-Kennzeichnung voranzutreiben. „Wir wollen mit der Studie unseren Algorithmus zusätzlich trainieren, die Genauigkeit der Anfallsdetektion verbessern und vor allem falsch-positive Messungen reduzieren“, erklärt der Gründer. In Zukunft soll es auch Kooperationen mit einer weiteren Klinik geben. Dennoch weiß Klett, dass das Medizinprodukt noch weit davon entfernt ist, auf den Markt zu kommen. „Besonders als MedTech-Startup muss man viele Anforderungen erfüllen und lange an der Zulassung arbeiten. Ein zertifiziertes Konsumentenprodukt sehen wir nicht vor 2021. Wir arbeiten aber daran, ein Produkt auf dem Markt zu bringen, das der Anwender schneller bedienen kann als bisherige Produkte“, so Klett.

Dr. Ariane Pott



Der Prototyp exomotion®, dessen modulares Bauprinzip gut ersichtlich ist. Foto: HKK Bionics GmbH

Medizintechnik

Mit HKK Bionics kann die Hand wieder greifen

Ein Spin-off der Ulmer Hochschule will Menschen, deren Hände unfall- oder krankheitsbedingt gelähmt sind, mit einem neuartigen orthopädischen Hilfsmittel einen Teil ihrer Greiffähigkeit zurückgeben. Den Prototypen dieser individualisierbaren Handorthese entwickeln Dominik Hepp und Tobias Knobloch zur Serienreife hin. Dieses Jahr haben die beiden Ulmer Medizintechniker mit ihrer 2017 gegründeten HKK Bionics GmbH die abschließenden Tests begonnen.

Bisherige Ansätze, so die Gründer, beschränken sich auf eine kurzfristige Nutzung im Rahmen der Therapie und seien kaum alltagstauglich. Entwickelt wurde das akkugetriebene Medizinprodukt für volljährige Personen mit distalen Lähmungen an der Hand, die von Schlaganfällen oder Nervenverletzungen herrühren. Für vollständig halbseitige Lähmungen eignet sich die Orthese nicht. Denn sie arbeitet mit Sensoren, die auf noch intakten Muskeln der entsprechenden Körperhälfte sitzen, zusammen mit intelligenter Software die Bewegungsabsicht des Trägers erkennen und mithilfe winziger Antriebe seine Hand verstärken. Die Mikroantriebe leiten gezielt Kraft in die Betätigungsmechaniken ein, welche die Finger öffnen, schließen und ihnen so die notwendige Griffkraft bereitstellen.

Die Handorthese besteht aus einer tragenden Armschiene, dem Antriebspaket, einer modular anpassbaren Finger-Exomechanik, einem Silikonhandschuh, einem Sensor und der Bedieneinheit. Damit lässt sich der Bewegungsumfang der Finger individuell steuern, das heißt, die Orthese kann

anatomische Besonderheiten berücksichtigen, z. B. bei eingeschränkter Fingergelenkbeweglichkeit nach längerer Lähmung; auch unabhängig voneinander lassen sich einzelne oder mehrere Finger beugen und strecken.

Exomechanik statt Reizstrom

Anders als herkömmliche Modelle kommt die Orthese ohne Reizstromimpulse aus, was für eine nicht zwangsweise gefühllose, weil gelähmte Hand vorteilhaft ist. Die Ulmer Neuentwicklung arbeitet über ein exomechanisches Prinzip, bei dem die Finger in dem Handschuh mechanisch bewegt werden. Es ist also der Handschuh, der über der gelähmten Hand getragen und von Sensor und Steuerungslogik aktiviert wird.

Sechs verschiedene Griffarten kann die Handorthese durchführen, darunter die geschlossene Faust, den sogenannten Scheckkartengriff, bei dem sich nur der Daumen bewegt, oder den Dreifingergriff. Damit soll die gelähmte Hand wieder Aufgaben des täglichen Lebens durchführen können, sei es, eine Flasche zu halten, um sie mit der anderen Hand zu öffnen, oder das beidseitige Tragen eines Wäschekorbs. Das Touchdisplay mit der Steuereinheit, in der Energie und Logik der Orthese untergebracht sind, lässt sich an der Kleidung befestigen und zur besseren Bedienung aufklappen. Nach Gebrauch am Ende des Tages muss der Akku wieder aufgeladen werden.

Die Orthese unterscheidet zwischen einer kurzen und einer langen Muskelkontraktion. Damit lassen sich Steuerungsbefehle wie „Öffnen“, „Schließen“ oder „Griffwechsel“ erzeugen. Das erhöht den Bedienkomfort, weil sich damit ohne das Touchdisplay die Hand öffnen und schließen sowie zwischen zwei Griffen hin- und herspringen lässt. Die Steuerungstechnik ist den Funktionsweisen der Handprothetik entlehnt. Denn die Schnittstelle Mensch-Maschine erlaubt in technologischer Hinsicht noch keine Live-Simultansteuerung aller Finger, erläutert Ingenieur Dominik Hepp.

Handwerkskunst und industrielle Fertigung

Die spezielle Exomechanik und die tragende Armschiene, wie sie in der Ulmer Handorthese eingesetzt werden, sind nur mit 3D-Scan und 3D-Druck machbar. Das hat den Vorteil, dass sich die Reproduzierbarkeit und Genauigkeit industrieller Fertigungsmethoden mit der traditionellen Handwerkskunst der Orthopädiotechnik vereinen lässt.

Ein individualisiertes medizinisches Hilfsmittel wie die bionische Handorthese wird modularartig zusammengebaut. In Sanitätshäusern mit angeschlossenen orthopädiotechnischen Werkstätten erstellt der Orthopädiotechniker nach einem

Gipsabdruck (von Hand und Unterarm) den Handschuh, der mit unterschiedlich vielen dieser biokompatiblen Exomechanik-Teile versehen wird. Anschließend wird ein 3D-Scan erstellt, auf dessen Datengrundlage die Schiene bei einem professionellen 3D-Dienstleister gedruckt wird. Zusammengebaut wird die Handorthese in den Sanitätshäusern, die über die technische Kompetenz verfügen.

Vertrieben werden soll das Medizinprodukt zunächst in der DACH-Region über ausgewählte Sanitätshäuser. Ein tragfähiges und engmaschiges Netzwerk mit Ärzten, Therapeuten, Sanitätshäusern und Patienten wurde inzwischen geknüpft. Im Laufe des Jahres sollen die Gebrauchstauglichkeit und die Funktionsfähigkeit des Medizinprodukts in Zusammenarbeit mit den Patienten nachgewiesen werden. Ärzte und Kliniken haben bereits Interesse an einer Zusammenarbeit mit den Ulmern signalisiert.

Ein Hilfsmittel für den Alltag

Die Handorthese soll dem Menschen mit seiner Einschränkung helfen, sich im besten Fall wieder in das Alltags- und Berufsleben einzugliedern. Das setzt voraus, dass die Handorthese als Alltagshilfsmittel den ganzen Tag getragen wird. Das nachzuweisen, ist für die Kostenerstattung der Versicherer wichtig, wissen die Jungunternehmer.

Die Anfänge des Unternehmens reichen bis ins Jahr 2011 zurück. Da verfolgt der Student Dominik Hepp im Rahmen eines Bachelor-Projekts an der Hochschule Ulm die Idee einer Handprothese. Das Projekt wird größer, wirft Stoff für weitere Abschlussarbeiten ab, auch für Tobias Knobloch. Die Gründungswilligen haben inzwischen für Handorthesen einen besseren, weil relativ freien Markt entdeckt. Nach Studium und mithilfe eines EXIST-Gründerstipendiums ab 2015 wird die Prothesen- zur Orthesentechnologie transferiert, der Prototyp gebaut, der Geschäftsplan entwickelt und dessen Funktionstauglichkeit nachgewiesen.

Inzwischen tritt das junge, um eine betriebswirtschaftliche Fachkraft angewachsene Unternehmen, das von mehreren Beteiligungsgesellschaften getragen wird, vermehrt an die Öffentlichkeit und hat dort gleich reüssiert. Zuletzt 2018 beim renommierten Technologieverband VDE, wo HKK Bionics als eines von zwei innovativen Gründerteams für eine elektrische und digitale Zukunft ausgezeichnet wurde. Die Ulmer Sieger freuen sich jetzt auf eine einwöchige Reise ins Technologie-Mekka Silicon Valley. Anregungen für erfolgreiche Geschäftsmodelle werden die Jungunternehmer von dort sicherlich mit in die Münsterstadt bringen.

Walter Pytlík



*Der Naturstoff 7dSh wurde aus Kulturen des Süßwasser-Cyanobakteriums *Synechococcus elongatus* isoliert.
Foto: Klaus Brillisauer*

Umwelt

Einfacher Zucker könnte Glyphosat bald Konkurrenz machen

Glyphosat in Pflanzenschutzmitteln wird in der Landwirtschaft weltweit seit Jahrzehnten eingesetzt, obwohl die gesundheits- und umweltschädliche Wirkung des Herbizids kontrovers diskutiert wird. Nun ist eine nachhaltigere Alternative in Sicht: Forscher der Universität Tübingen haben das Zuckermolekül 7-Desoxy-Sedoheptulose (7dSh) entdeckt, das Pflanzen und Mikroorganismen hemmt, aber für menschliche Zellen völlig ungefährlich zu sein scheint. Langzeitstudien stehen nun an.

Eine moderne, intensive Landwirtschaft ist ohne den Einsatz von Unkrautvernichtungsmitteln heutzutage praktisch nicht denkbar. Einer der derzeit gebräuchlichsten Hauptinhaltsstoffe ist Glyphosat, von dem jährlich weltweit hunderttausende Tonnen produziert werden. Alle mit dem Toxin behandelten Pflanzen sterben innerhalb kürzester Zeit ab – mit Ausnahme von gentechnisch veränderten Organismen. Allerdings wird der Einsatz seit einigen Jahren kontrovers diskutiert. Vor allem, weil Studien die Chemikalie in Verbindung mit negativen gesundheitlichen Folgen bringen. 2015 wurde sie von der Internationalen Agentur für Krebsforschung als „für den Menschen wahrscheinlich krebserregend“ eingestuft. Andere Behörden und Organisationen widersprachen dieser Bewertung allerdings, sodass Glyphosat 2017 von der EU erneut zugelassen wurde.

Nun hat ein Forscherteam der Universität Tübingen einen Naturstoff entdeckt, der dem umstrittenen Unkrautvernichtungsmittel Konkurrenz machen könnte: ein einfaches, aber ungewöhnliches Zuckermolekül aus Cyanobakterien, das das Wachstum von Mikroorganismen und Pflanzen nachhaltig hemmt, aber für menschliche Zellen ungefährlich zu sein scheint. Die Studie wurde

unter der Leitung von Dr. Klaus Brilisauer und Prof. Dr. Karl Forchhammer vom Interfakultären Institut für Mikrobiologie und Infektionsmedizin sowie von Prof. Dr. Stephanie Grond vom Institut für Organische Chemie durchgeführt.

Zuckermolekül wirkt als Antimetabolit

Bereits vor Jahren hatten die Wissenschaftler beobachtet, dass es Cyanobakterien gibt, die das Wachstum anderer Mikroorganismen hemmen, waren dieser Tatsache aber zunächst nicht näher nachgegangen. Im Rahmen seiner Doktorarbeit fand der Mikrobiologe Klaus Brilisauer nun heraus, wie diese Wachstumshemmung entsteht – und stieß auf dabei auf ein außergewöhnliches Zuckermolekül: die 7-Desoxy-Sedoheptulose (7dSh). „Dass es sich um einen Naturstoff mit einer so einfachen chemischen Struktur handelt, ist erstaunlich“, erklärt der Forscher. „Aber die Strukturauflösung durch NMR (Kernspinresonanzspektroskopie) war zunächst gar nicht so einfach. Wir hatten zwar schnell die Idee, dass es sich um einen 7er-Zucker handeln könnte. Aber um dies final zu bestätigen, wollten wir die Substanz synthetisieren lassen. Allerdings erklärten uns die Experten, dass dies rein chemisch viel zu kompliziert sei – geht gar nicht, sagte man uns.“

So ging der Mikrobiologe selbst zurück ans Reißbrett, um zu überlegen, wie man an den Naturstoff kommen könne. Schließlich isolierte er ein Enzym aus Cyanobakterienkulturen: die Transketolase, um möglichst nah am biologischen System zu bleiben. Er versuchte, mit ihrer Hilfe 7dSh herzustellen – mit Erfolg. „Die Synthese lief tatsächlich ganz gut“, sagt der Forscher. „Mittlerweile stellen wir sogar das Ausgangsprodukt – einen C5-Zucker – aus normaler Ribose selbst her, weil das wesentlich günstiger ist. Und was noch ganz interessant ist: Wir haben im Nachhinein festgestellt, dass die 7dSh-Synthese in den Bakterien ganz genauso abläuft wie bei uns im Reagenzglas – eine lustige Entdeckung für uns.“

Heute können die Wissenschaftler 7dSh schon leicht im Milligrammbereich herstellen und aufreinigen. Dabei wird vom Enzym eine C2-Gruppe auf den C5-Zucker, die 5-Desoxyribose, übertragen, sodass als Endprodukt der Synthese der gewünschte C7-Zucker entsteht. Chemoenzymatische Synthese wird dieses in Tübingen angewendete Verfahren genannt.

Gehemmter Stoffwechselweg existiert bei Mensch und Tier nicht

Mit dem synthetisierten Zucker machten sich die Forscher anschließend an die Aufklärung des molekularen Wirkprinzips der Wachstumshemmung. Sie behandelten Cyanobakterien mit 7dSh und untersuchten sie per Massenspektrometrie. „Dabei haben wir gesehen, dass sich an einer Stelle des Stoffwechsels eine bestimmte Substanz ansammelt“, berichtet Brilisauer. „Damit war der Wirkort geklärt: 7dSh blockiert ein Enzym des Shikimatwegs, die Dehydrochinatsynthase (DHQS), die 7dSh mit dem „richtigen“ Substrat

verwechselt, sodass die komplette Enzymaktivität und damit auch der Stoffwechselweg zusammenbricht. Und das Interessante daran ist, dass der Shikimatweg nur bei Pflanzen und Mikroorganismen vorkommt, bei Mensch und Tier jedoch nicht existiert.“

Enzyme dieses Stoffwechselwegs sind also generell attraktive Ziele für herbizid wirkende Substanzen: Einer der bislang bekanntesten Inhibitoren ist Glyphosat. Anders als das umstrittene Unkrautvernichtungsmittel aber handelt es sich bei 7dSh um ein reines Naturprodukt. Erste Untersuchungen konnten auch bereits die Unbedenklichkeit für Mensch und Tier nachweisen. „Hierfür haben wir humane Zelllinien mit extrem hohen Konzentrationen des Zuckers behandelt, um wirklich sicherzugehen, dass dieser keine toxische Wirkung hat, und er erwies sich als völlig unbedenklich“, so Brilisauer.

Des Weiteren behandelten die Forscher Zebrafisch-Embryonen mit 7dSh, um die ökotoxische Wirkung auf Wasserorganismen zu testen. Wiederum erwies sich die Substanz als völlig unbedenklich. „Sehr vieles spricht dafür, dass sich keine nachteiligen Effekte auf Mensch und Tier ergeben, auch wenn man den Zucker in hohen Konzentrationen auf den Feldern ausbringen würde“, sagt der Biologe. „Zudem produzieren die Cyanobakterien diesen Stoff ja schon seit Jahrmillionen, ohne dass dies irgendeinen Effekt auf die Umwelt hatte. Wir haben zwar noch keine größer angelegten Tierversuche gemacht, weil es sich ja bisher um reine Grundlagenforschung handelt, aber wir sind sehr positiv gestimmt.“

Suche nach geeigneten Kooperationspartnern läuft

Dass 7dSh aber im Gegenzug das Wachstum von Pflanzen nachhaltig hemmt, ist sicher. „Es scheint so, als ob die Pflanze den Zucker über die Wurzeln aufnimmt: Er muss aber aktiv aufgenommen werden, deshalb ist es wahrscheinlich nicht möglich, den Wirkstoff nur auf die Blätter aufzusprühen“, berichtet Brilisauer. „Wir sind jedoch keine Herbizidforscher. Das müssen wir in Kooperation mit Experten klären. Es gibt sicher Hilfsmittel, die die Aufnahme erleichtern. Aber man muss natürlich auch eine Substanz finden, die selbst auch umweltverträglich ist.“

Für Kooperationen gäbe es derzeit viele Interessenten – sowohl aus der Industrie als auch aus Universitäten, meint der Forscher: „Die Universität Tübingen hat das Patent angemeldet, nun müssen wir sehen, dass wir geeignete Kooperationspartner finden, um effektiv weiterarbeiten zu können. Denn gibt es noch eine ganz Reihe Fragen zu klären: zum Beispiel, wie die Substanz in die Zellen aufgenommen wird, und ob man chemische Derivate herstellen kann. Parallel dazu müssen wir natürlich in Langzeitstudien das Umweltverhalten überprüfen. Wir hoffen natürlich sehr, dass 7dSh eine Chance hat, in vielleicht zwei, drei Jahren den Weg vom Labor aufs Feld zu finden. Aber wir sind wirklich positiv gestimmt, dass das klappt – unsere Daten sind sehr vielversprechend.“

Dr. Petra Neis-Beeckmann



Eierschalen sind komplexe Verbundwerkstoffe aus Kalk und Proteinen, die sich sehr gut als elektrochemische Speicher eignen.
 Foto: Shutterstock / Tridsanu Thopet

Reststoffe

Nachhaltige Energiespeicher aus Eierschalen

235 Hühnereier verspeiste jeder Deutsche im Jahr 2018. Während Eiklar und Eigelb in Kuchen, Nudeln oder Rührei verarbeitet werden, wird die Schale überwiegend als Bioabfall entsorgt. Dabei ist sie ein komplexer Verbundwerkstoff aus Kalk und Proteinfasern. „In neuerer Zeit zeigt sich immer wieder, dass Naturstoffe gute Voraussetzungen haben, um daraus Stromspeicher zu bauen“, erzählt Prof. Dr. Maximilian Fichtner vom Helmholtz-Institut Ulm, einer Einrichtung unter Trägerschaft des Karlsruher Instituts für Technologie.

Fichtner untersucht zusammen mit australischen Kollegen die elektrochemischen Eigenschaften von Hühnereierschalen. Diese werden 0,2 bis 0,4 Millimeter dick und sind aus mehreren Schichten aufgebaut: dem Oberhäutchen, der Kalkschale sowie der inneren und äußeren Eierschalenmembran, die aus einem enggewobenen Netzwerk von Proteinfäden besteht.

Die Forscher fanden heraus, dass man daraus Elektroden für Lithium-Ionen-Kondensatoren (LIC) herstellen kann. Dazu werden die gewaschenen Eierschalen gemahlen und unter Luftabschluss erhitzt, wobei sie schwarz werden, da die Proteinfasern zu Kohle und damit elektrisch leitfähig werden. „Das ist die Grundvoraussetzung dafür, dass sie elektrischen Strom überhaupt in die Elektrode bringen können, also die Grundlage für einen Energiespeicher“, erklärt Fichtner. Das entstandene Eierschalpulver wird mit einem Kunststoff vermischt und auf eine Metallfolie aufgestrichen. Nach dem Trocknen ist die Elektrode fertig.

Kondensatoren lassen sich zehnmal so schnell be- und entladen wie Akkus

Es gibt viele verschiedene Arten von Kondensatoren, sie werden in fast allen elektronischen Geräten eingesetzt. Im Blitzlichtgerät eines Fotoapparats beispielsweise wird der Kondensator innerhalb von Sekunden aus einer Batterie aufgeladen. Nach Zündung der Blitzröhre entlädt sich der Kondensator innerhalb weniger Mikrosekunden und liefert dabei eine Leistung von einigen Kilowatt. Die Batterie kann so viel Leistung innerhalb so kurzer Zeit nicht zur Verfügung stellen. „Ein Kondensator speichert zehnmal weniger Energie als eine Batterie, lässt sich aber zehnmal so schnell be- und entladen“, beschreibt Fichtner. Außerdem überstehen Kondensatoren viel mehr Lade- und Entladezyklen. Und noch ein weiterer Unterschied kommt hinzu: Kondensatoren speichern Energie als elektrisches Feld. Batterien speichern elektrische Energie dagegen in chemischer Form.

LICs gehören zur Gruppe der Superkondensatoren, die die größte Kapazität aller Kondensatoren haben, das heißt, sie können weitaus mehr Energie speichern als herkömmliche Kondensatoren. Das macht sie für einige Anwendungen interessant. „In China gibt es erste Busse, die mit solchen Kondensatoren fahren anstatt mit Batterien“, erzählt Fichtner. An einer Ampel oder Haltestelle wird der Kondensator innerhalb von Sekunden drahtlos über eine Induktionsschleife im Boden aufgeladen, sodass er ein paar Kilometer weiterfahren kann, bis zur nächsten Ladestation. „Das funktioniert sehr gut für Busse, die eine feste Route haben. Für Autos wäre es, zumindest im Moment, noch nicht geeignet.“ Außerdem sind LICs billiger als große Batterien, die zudem häufig Säuren und Schwermetalle enthalten, was bei Kondensatoren nicht der Fall ist. Sie gelten als umweltfreundlich und enthalten gegenüber Lithium-Ionen-Akkus viel weniger Lithium.

Wie ein elektrisch leitfähiger Schwamm

LICs bestehen aus zwei unterschiedlichen Elektroden, die durch einen lithiumhaltigen Elektrolyten miteinander verbunden sind. Ein Elektrolyt ist ein Lösungsmittel mit darin gelösten Salzen. Die Elektroden werden durch eine elektrisch durchlässige Membran, einen sogenannten Separator, voneinander getrennt, damit es nicht zu einem Kurzschluss kommt. „Die Elektroden kann man sich vorstellen wie einen elektrisch leitfähigen Schwamm, also ein Gebilde, das eine große Oberfläche hat“, erklärt Fichtner. Durch Anlegen einer Spannung an den Kondensator trennen sich die Ladungsträger im Elektrolyten in positive und negative Ladungen. Beim Laden des Kondensators bildet sich an der positiven Eierschalen-Elektrode eine sogenannte

Helmholtz-Doppelschicht aus, in der sich eine Schicht positiver Ionen in der Elektrode und eine Schicht negativer Ionen im Elektrolyten anordnen. Zwischen diesen angesammelten Ladungen bildet sich ein elektrisches Feld.

An der negativen Elektrode wird die elektrische Energie elektrochemisch in einer sogenannten Pseudokapazität gespeichert. Dazu werden in die Elektrode aus Aktivkohle oder Graphen bei der Herstellung positiv geladene Lithium-Ionen eingelagert. Diese übertragen in einer sogenannten Redoxreaktion jeweils ein Elektron an die Elektrode, wodurch eine Vorspannung erzeugt wird. Der Kondensator wird erst geladen, wenn die am Kondensator anliegende Spannung größer ist als die Vorspannung. Beim Laden wandern weitere positive Lithium-Ionen aus dem Elektrolyten zur negativen Elektrode, lagern sich ein und geben ebenfalls eine Ladung in Form eines Elektrons ab. Beim Entladen werden die Elektronen an die Lithium-Ionen übertragen, und alle Ionen verteilen sich wieder im Elektrolyten.

Weitere Forschungsarbeit mit Kooperationspartnern aus der Industrie vorstellbar

Bei über 1.000 Lade- und Entladezyklen hielt die Testzelle eine Kapazität von 92 Prozent aufrecht. „Das ist gegenüber Batteriematerialien ganz gut, bei Kondensatoren eher im Mittelfeld“, sagt Fichtner. Er ist überzeugt davon, dass das noch verbessert werden kann. Weitere Forschungsarbeiten sind für Fichtner in einem Gemeinschaftsprojekt mit Kooperationspartnern aus der Industrie gut vorstellbar. Angebote von Rohstofflieferanten, die pro Tag 200.000 Eierschalen loswerden wollen, hat er schon bekommen. Nun braucht er noch ein Unternehmen, das die Kondensatoren mit den Eierschalen herstellen will. „Es ist kein High-performance-System“, sagt Fichtner, „aber es hat eben den Charme, dass ein nachwachsender Rohstoff verwendet wird und keine teuren, seltenen Rohstoffe benötigt werden.“

Nadine Fritschka

Kontakt:

Prof. Dr. Maximilian Fichtner
Helmholtz-Institut Ulm
Helmholtzstraße 11
89081 Ulm

Tel.: 0731/503 42 01
E-Mail: m.fichtner@kit.edu



Dr. med. Dr. rer. nat. Carsten Köhler, Direktor des Kompetenzzentrums Tropenmedizin Baden-Württemberg des Universitätsklinikums und der Universität Tübingen, Mitglied im Vorstand des Deutschen Netzwerks gegen vernachlässigte Tropenkrankheiten e. V. sowie 1. Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Tropenmedizin und Internationale Gesundheit e. V. Foto: Universitätsklinikum Tübingen

Prävention

Vernachlässigte Tropenkrankheiten – Impulse aus Baden-Württemberg

Mehr als eine Milliarde Menschen leiden weltweit an vernachlässigten Tropenkrankheiten. Dr. med. Dr. rer. nat. Carsten Köhler, Direktor des Kompetenzzentrums Tropenmedizin Baden-Württemberg des Universitätsklinikums und der Universität Tübingen, berichtet im Interview mit Sarah Triller, welchen Beitrag Deutschland und Baden-Württemberg für eine erfolgreiche Bekämpfung dieser meist armutsassoziierten Infektionskrankheiten leisten können.

Warum werden die Forschung und die Bekämpfung von bestimmten Tropenkrankheiten, den Neglected Tropical Diseases (NTDs), vernachlässigt?

NTDs betreffen meist Menschen, die zu den ärmsten der Welt gehören. Viele Patienten sind an mehr als einer NTD erkrankt. Es sind diese erkrankten Menschen, die auf unserem Planeten vernachlässigt werden – hauptsächlich, weil sie keine starke Stimme für ihre Belange in ihren Ländern und weltweit haben. Die Krankheiten treten daher häufig dort auf, wo die Bevölkerung keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser, ausreichender Nahrung und Gesundheitsversorgung hat, also vor allem in ländlichen Regionen der Tropen und Subtropen. Diese Regionen mit ihren Menschen stehen selten im Fokus der Weltöffentlichkeit, zumal es sich bei den NTDs meist um chronisch verlaufende Erkrankungen handelt, die weniger weltöffentliche Aufmerksamkeit erlangen als akute Epidemien wie zum Beispiel Ebola. Aber alle sogenannten „Low-Income“-Länder sind von mindestens fünf NTDs gleichzeitig, 149 Länder und Territorien zumindest von einer NTD betroffen.

Welche Rolle spielt Deutschland in der Erforschung und Bekämpfung von NTDs im internationalen Vergleich?

Nicht zuletzt durch die mehrfachen Ebola-Ausbrüche in Westafrika und die Zika-Infektionen in Lateinamerika ist die Pandemieprävention in das politische Bewusstsein gerückt, und damit die Bekämpfung von Infektionskrankheiten, zu denen auch die vernachlässigten und armutsassoziierten Tropenkrankheiten zählen.

Im aktuellen Koalitionsvertrag haben das Thema „Globale Gesundheit“ und die Stärkung von Gesundheitssystemen in Ländern mit mittleren und niedrigen Einkommen sowie die Stärkung der Bereiche Forschung und Entwicklung bei der Bekämpfung von NTDs einen höheren Stellenwert erhalten. Deutschland setzt sich für die Umsetzung der nachhaltigen Entwicklungsziele (engl. Sustainable Development Goals, SDGs) ein und will den Reformprozess bei der WHO (Weltgesundheitsorganisation) aktiv unterstützen. Sowohl innerhalb der SDGs als auch bei der WHO spielen dabei die NTDs eine wichtige Rolle.

In einer Studie des Bernhard-Nocht-Instituts für Tropenmedizin (BNITM) mit dem Titel „Eine Einschätzung des Beitrags deutscher Institutionen bei der Forschung zu Vernachlässigten Tropenkrankheiten“, die unter meiner Mitwirkung und der weiterer 34 Kollegen und Kolleginnen aus Deutschland in den Jahren 2017 und 2018 erstellt wurde, wird der Beitrag deutscher Institutionen bei der Forschung zu NTDs ausführlich beschrieben.

Welche Rolle spielt Baden-Württemberg in Bezug auf die Erforschung und Bekämpfung von NTDs im nationalen Vergleich?

Baden-Württemberg ist ein wichtiger Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort in Deutschland. Laut der erwähnten Studie sind in Baden-Württemberg im akademischen und außeruniversitären Bereich folgende Standorte im Bereich der Erforschung vernachlässigter Erkrankungen aktiv (alphabetisch): Bad Mergentheim, Baden-Baden, Freiburg, Frickenhausen, Heidelberg, Karlsruhe, Konstanz, Ludwigsburg, Mannheim, Pforzheim, Rohrdorf, Stuttgart, Tübingen, Ulm, Villingen-Schwenningen und Wangen.

Bei der Analyse der Publikationsleistungen aller deutschen Forschungseinrichtungen zu NTDs innerhalb der letzten fünf Jahre (2013–2017) rangierten die baden-württembergischen Standorte zusammengenommen an erster Stelle. Dabei sind die Universität und das Universitätsklinikum Tübingen gemeinsam mit der Universität und dem Universitätsklinikum Heidelberg mit großem Abstand bei den wissenschaftlichen Publikationen führend, gefolgt von Ulm, Freiburg, Stuttgart und Karlsruhe. Thematisch befassen sich diese Standorte mit dem gesamten Spektrum der NTDs.

Wo sehen Sie positive Entwicklungen in Deutschland und in Baden-Württemberg in Bezug auf die Erforschung und Bekämpfung von NTDs, und wo besteht noch Entwicklungspotenzial?

Die Studie zur Forschungslandschaft Deutschlands bei der Bekämpfung von NTDs weist darauf hin, dass der dringende Bedarf an Forschung und Entwicklung als wesentlicher Bestandteil der Bekämpfung von NTDs von der Bundesregierung erkannt wurde. Im Gegensatz zur Grundlagenforschung sind die translationale Forschung sowie die Forschung zur Kontrolle und Behandlung von NTDs bisher unterrepräsentiert. Dies betrifft besonders die Wirkstoff-, Impfstoff- und Diagnostikentwicklung sowie die Erforschung besserer Einsatzmöglichkeiten von Medikamenten und innovativen Technologien. Dabei sollte die wissenschaftliche Vernetzung und Koordination vermehrt gefördert werden. Es sind zudem integrative und interdisziplinäre Ansätze erforderlich, um innovative One-Health-Forschungsansätze zu entwickeln, also die enge Vernetzung von human- und veterinärmedizinischer Forschung sowie der biomedizinischen Grundlagenforschung im Bereich der Infektionserkrankungen.

Zudem ist es wichtig, dass die theoretisch verfügbaren Interventionsmaßnahmen die Patienten auch erreichen – das ist in vielen armen Ländern eine große organisatorische und logistische Herausforderung.

Auf politischer Ebene fehlt es noch an ausreichender Prioritätensetzung und an entsprechenden Fördermöglichkeiten. Eine

politische Führungsrolle im Hinblick auf die NTD-Bekämpfung kann nur entstehen, wenn es eine umfassende nationale Strategie zur Förderung von NTD-Forschung gibt. Diese Strategie müsste auf bestehenden nationalen Strukturen aufbauen, die Forschungsaktivitäten in Deutschland integrieren und internationale Kooperationen fördern.

Welche Aufgabe hat das Kompetenzzentrum Tropenmedizin Baden-Württemberg in Bezug auf die Erforschung und Bekämpfung von NTDs, und wo liegen seine Schwerpunkte?

Das Institut für Tropenmedizin, Reisemedizin und Humanparasitologie (ITM) der Universität und des Universitätsklinikums Tübingen wurde auf Empfehlung der Medizinstrukturkommission des Landes Baden-Württemberg 2007 zum Kompetenzzentrum für Tropenmedizin ernannt. Damit hat das ITM die anspruchsvolle Aufgabe übernommen, darauf hinzuwirken, dass entscheidende Impulse innerhalb der Fachbereiche Tropenmedizin, Humanparasitologie und Reisemedizin in Forschung, Lehre und Krankenversorgung von Baden-Württemberg, aber auch deutschlandweit und international ausgehen.

Die enge Verzahnung von medizinischer Grundlagenforschung und angewandter klinischer Forschung zeichnet das ITM deutschlandweit und international aus. Unser Institut unterhält Forschungs- und Lehrkooperationen auf dem Gebiet der NTDs, vor allem mit Partnern in Gabun, wie auch in Kongo, Togo, Benin, Nigeria, Indien, Vietnam und Brasilien.

Der Schwerpunkt unserer Forschungstätigkeit und der unseres Haupt-Partnerinstituts Centre de Recherches Médicales de Lambaréné (CERMEL) in Gabun liegt auf der Entwicklung von Malariamedikamenten und Malariaimpfstoffen sowie auf der Entwicklung von Diagnostika, Impfstoffen und Medikamenten gegen NTDs. Insgesamt konnten wir über 100 klinische Medikamenten- und Impfstoffstudien zu Malaria, Tuberkulose und vernachlässigten Tropenkrankheiten wie Bilharziose, Hakenwürmern und anderen Wurmerkrankungen durchführen.

Wir erforschen zum Beispiel, welchen Effekt eine Wurminfektion bei gleichzeitiger Impfung auf den Impfschutz hat, oder wie sich eine Wurminfektion während der Schwangerschaft auf das Immunsystem des Kindes auswirken kann. Diesbezüglich ist die Entwicklung und Verbesserung von Diagnostika für tropische Infektionskrankheiten wichtig. Es kommt recht häufig vor, dass die Menschen von mehreren Parasiten gleichzeitig infiziert sind. Ein Test, mit dem möglichst viele Parasiten in einer einzigen Blutprobe entdeckt werden können, wäre sehr hilfreich.

Sarah Triller



Prof. Dr. med. Mark Dominik Alscher begrüßt die Teilnehmer der Veranstaltung „Digitale Gesundheit 360°“. Foto: DG-BW / Florian Burg

eHealth

Transparenz und Vergleichbarkeit für Baden-Württemberg schaffen

Der Verein DG-BW Digitale Gesundheit Baden-Württemberg e. V. hat sich das Ziel gesetzt, alle Akteure der digitalen Gesundheit in Baden-Württemberg zu vernetzen. Zu seinen Aufgaben zählt hierbei auch, sich für gute Rahmenbedingungen einzusetzen, sodass Baden-Württemberg eine führende Rolle in Deutschland bei der Einführung digitaler Strukturen im Gesundheitswesen übernehmen kann.

Mit der Förderung der Koordinierungsstelle Telemedizin Baden-Württemberg (KTBW) in den Strukturen des Heinrich-Lanz-Zentrums für Digitale Gesundheit der Medizinischen Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg wurde ein wichtiger Schritt mit dem Ziel Vernetzung, nachhaltige Projektbegleitung und wissenschaftliche Evaluation im Bereich der digitalen Medizin getan. Eine Aufgabe der KTBW war es, eine nachhaltige Struktur zu schaffen, die mittelfristig ihre Aufgaben übernimmt und sie ausbaut und verstetigt.

Offenen Austausch fördern

Mit der Gründung des Vereins DG-BW Digitale Gesundheit Baden-Württemberg e. V. wurde daher eine Struktur geschaffen, die unabhängig von wirtschaftlichen und politischen Interessen die Anliegen aller Akteure im Bereich der digitalen Gesundheit in Baden-Württemberg vertritt. Der Verein versteht sich dabei unter anderem als Vernetzungsplattform für die Akteure im Bereich der digitalen Gesundheit in Baden-Württemberg. Zu seinen Aufgaben zählt es, sich für gute Rahmenbedingungen einzusetzen, sodass Baden-Württemberg eine führende Rolle in Deutschland bei der Einführung digitaler Strukturen im Gesundheitswesen übernehmen kann. Es ist daher nicht überraschend, dass das Ministerium für Forschung, Wissenschaft und Kunst sowie das Ministerium für Soziales und Integration in Baden-Württemberg je einen Sitz und Stimmrecht in den Organen des Vereins haben und somit dessen Entwicklung begleiten können.

Dabei führt der Verein keine Projekte durch, sondern möchte Initiativen transparent darstellen und dadurch einen Vergleich ermöglichen. „Wir wollen eine Plattform darstellen, damit die Akteure der digitalen Gesundheit in Baden-Württemberg zu einem offenen Austausch kommen können“, erklärt Prof. Dr. med. Mark Dominik Alscher, medizinischer Geschäftsführender im Robert-Bosch-Krankenhaus in Stuttgart sowie Vorsitzender des Vereinsvorstands. Gemeinsam mit Prof. Dr. med. Dipl.-Phys. Gerald Weisser (1. stellvertretender Vorsitzender), Dr. rer. nat. Günther Hanke (2. stellvertretender

Vorsitzender), Schatzmeister Dr. rer. nat. Lennart Jahnke und Schriftführer Andreas Vogt möchte er, dass die innovativen digitalen Anwendungen auch beim Patienten ankommen und ihren Weg in die Regelversorgung finden. „Das heißt, wir müssen den Technologietransfer unterstützen, aber auch die gesamtgesellschaftliche Bedeutung eines digitalisierten Gesundheitswesens bei Patienten, Ärzten und Kostenträgern ins Bewusstsein bringen“, so der Vorsitzende des Vereinsvorstands.

Alle können sich beteiligen

Insbesondere mit seiner Veranstaltungsreihe „Digitale Gesundheit 360°“ ist es dem Verein bereits gelungen, sich in Baden-Württemberg einen Namen zu machen. „Wir möchten auf der Veranstaltung gemeinsam die Handlungsfelder identifizieren, die wir in Zukunft energischer angehen müssen und bei denen wir auch noch mehr unsere Stimme erheben müssen“, berichtet Prof. Alscher auf der ersten Veranstaltung zum Thema „Standardisierungsprozess der elektronischen Patientenakte“. Bei der Veranstaltung, bei der sowohl viele verschiedene

Akteure der Gesundheitsversorgung als auch Patienten vertreten waren, wurden das Interesse und auch der Wille deutlich, das deutsche Gesundheitssystem zu digitalisieren. Alle Anbieter und Anwender digitaler Gesundheitsangebote sind eingeladen, sich an diesem Prozess zu beteiligen.

Dr. Ariane Pott

► Kontakt:

DG-BW Digitale Gesundheit
Baden-Württemberg e.V.
Geschäftsstelle
Theodor-Kutzer-Ufer 1-3
68167 Mannheim

Telefon: 0621/383-81 90
E-Mail: info@digitale-gesundheit-bw.de
Internet: www.digitale-gesundheit-bw.de

Impressum

Herausgeber:
BIOPRO Baden-Württemberg GmbH
Alexanderstr. 5
70184 Stuttgart
Tel. + 49 (0) 711 - 21 81 85 00
Fax + 49 (0) 711 - 21 81 85 02
E-Mail: redaktion@bio-pro.de

Internet: www.bio-pro.de

Vertretungsberechtigter Geschäftsführer:
Prof. Dr. Ralf Kindervater

Registergericht: Amtsgericht Stuttgart
Registernummer: HRB 23470

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer
gemäß § 27a Umsatzsteuergesetz:
DE 227283342

V. i. S. d. P.:
Prof. Dr. Ralf Kindervater

Chefredaktion:
Dr. Barbara Jonischkeit

Redaktion: Dr. Ariane Pott

Lektorat: Textstudio Eva Wagner, Dorfen

Autoren dieser Ausgabe:
Nadine Fritschka
Viola Hoffmann
Dr. Ernst-Dieter Jarasch
Prof. Dr. Ralf Kindervater
Dr. Petra Neis-Beeckmann
Dr. Ariane Pott
Walter Pytlik
Sarah Triller

Gestaltung: Designwerk Kussmaul, Weilheim

Druck: Offizin Scheufele Druck und Medien
GmbH & Co. KG, Tränkestraße 17, 70597 Stuttgart

Namentlich gekennzeichnete Artikel müssen nicht die Meinung des Herausgebers widerspiegeln. Alle Produkte und Dienstleistungen sind Marken der jeweiligen Unternehmen. Die in diesem Magazin veröffentlichten Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers ist der Nachdruck verboten. Die Erstellung dieser Publikation wurde gefördert vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg.

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH,
September 2019

Hinweis für Abonnenten:

Die Datenschutzerklärung der BIOPRO Baden-Württemberg GmbH finden Sie unter www.bio-pro.de/de/datenschutzerklaerung. Jede Einwilligung in die Verwendung, Verarbeitung und Speicherung von Daten bei der BIOPRO Baden-Württemberg GmbH kann jederzeit widerrufen werden.

schriftlich: BIOPRO Baden-Württemberg GmbH,
Alexanderstr. 5, 70184 Stuttgart

per E-Mail: datenschutz@bio-pro.de

www.bio-pro.de



BIOPRO Baden-Württemberg GmbH · Alexanderstr. 5 · 70184 Stuttgart/Germany
Phone: +49 (0) 711-21 81 85 00 · Fax: +49 (0) 711-21 81 85 02 · E-Mail: info@bio-pro.de