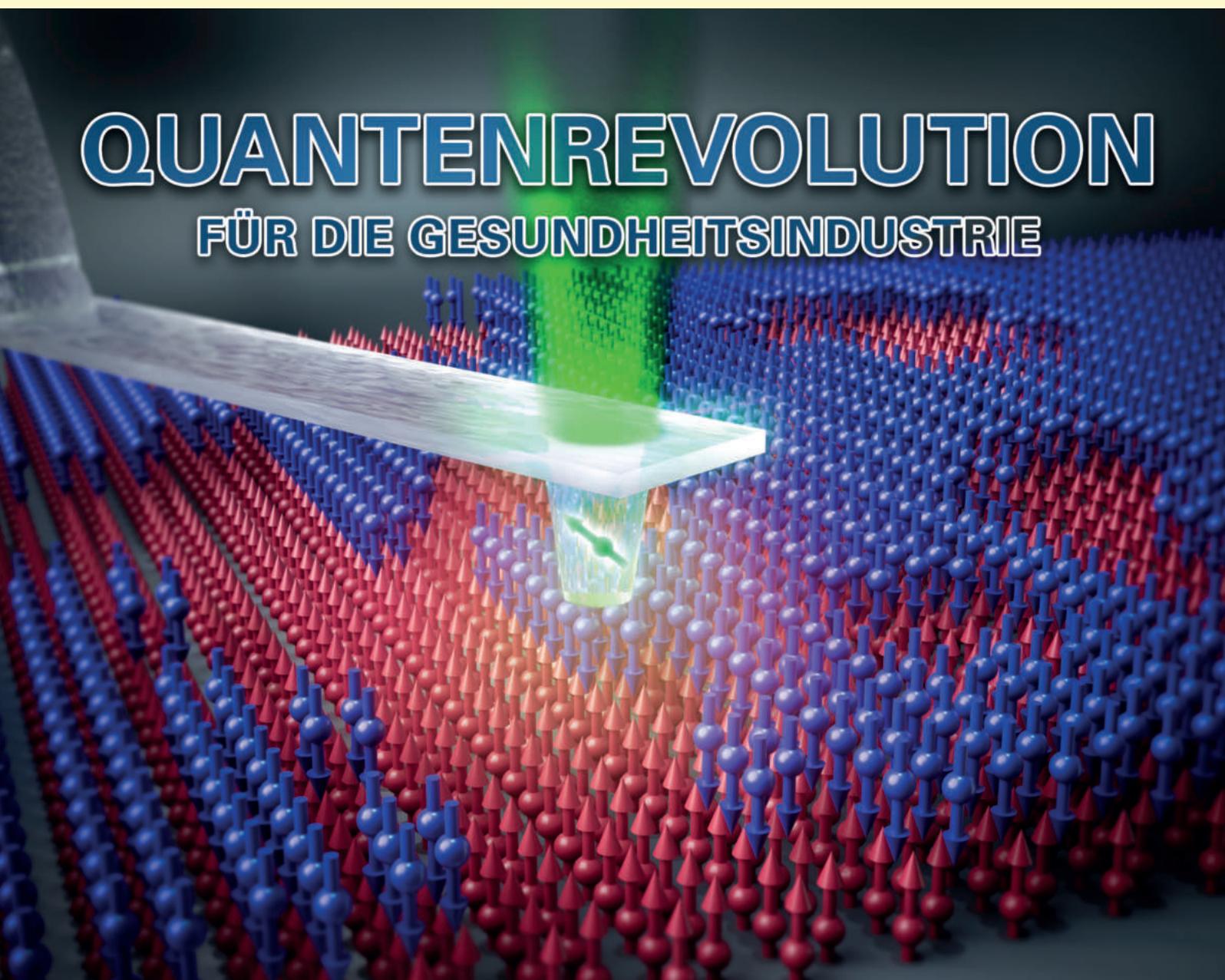


BIOPRO Magazin

Gesundheitsindustrie und Bioökonomie in Baden-Württemberg Ausgabe 2/2023

QUANTENREVOLUTION FÜR DIE GESUNDHEITSINDUSTRIE



Gesundheit

Menschliche Hornhaut
aus dem 3D-Drucker

Bioökonomie

Mit programmierbaren
Bakterien „Holz“ neu erfinden

Gesundheit

Arzneimittelscreening für
krebskranke Kinder

Im Gespräch

Nachhaltigkeitsmaßnahmen
im Labor



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 Gründerinnen und 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 Leserinnen und Leser,

Quantenphysik, das ist längst nicht mehr nur Schrödingers sowohl lebendige als auch tote Katze oder komplizierte theoretische Verschränkungen von Teilchen. Längst haben die Menschen Anwendungen der Quantenphysik zu Hause oder erleben sie im Alltag, sei es durch den Einsatz von Lasern, bei bildgebenden Verfahren in der Medizin oder der Nutzung des Laptops.

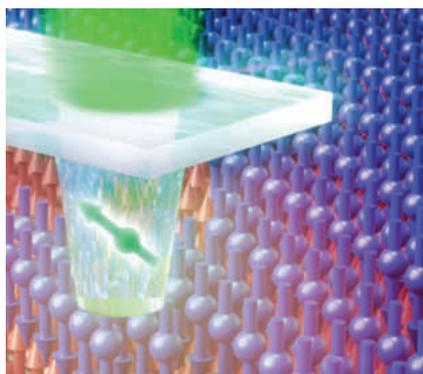
Dass die Quantentechnologie noch weit mehr auf Lager hat, zeigen wir in unserem Schwerpunkt „Quantenrevolution für die Gesundheitsindustrie“. Wie Forscherinnen und Forscher und Unternehmen aus Baden-Württemberg unter anderem im Rahmen der Zukunftscluster-Initiative die Krankheiten bei Patientinnen und Patienten noch besser diagnostizieren und medizinische Daten auch mithilfe von Künstlicher Intelligenz noch schneller auswerten wollen, können Sie ab Seite 6 nachlesen.

Doch die Gesundheitsindustrie entwickelt sich nicht nur dank der Quantenmechanik fort: Von Seite 12 bis 17 zeigen wir Ihnen, wie menschliche Hornhaut aus dem Bio-Drucker, die Entwicklung besserer Geräte für die Forschung und moderne Wirkstoffsuche bei Krebserkrankungen die Medizin von morgen mitgestalten werden.

Dass auch die Gesundheitsbranche ihrer Verantwortung im Bereich der Nachhaltigkeit gerecht werden will, können Sie unter „BIOPRO aktuell“ nachlesen. Die „Allianz für nachhaltige Medizintechnik“, die BIOPRO mit Biovox Connect – Das Netzwerk für nachhaltige Medizintechnik mit Sitz in Darmstadt und dem Forum MedTech Pharma e. V. aus Nürnberg gründete, will bundesländerübergreifend die Zusammenarbeit für eine nachhaltige Entwicklung der Medizintechnik-Branche in Deutschland stärken.

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





- ▶ Editorial 3
- ▶ Inhalt 4
- ▶ Kurz notiert 5
 - TuCAN – Tablet-basierte Diagnostik
 - Nachhaltige Verpackungen mit gutem Gewissen
 - Intelligente 4D-Polymere aus dem Drucker
 - Minimalinvasive Schulter-OP der nächsten Generation
- ▶ Schwerpunkt 6
 - Innovation**
 - Quantenrevolution für die Gesundheitsindustrie 6
 - BIOPRO-Kommentar zum Thema 11
- ▶ Gesundheit 12
 - Projekt BlindZero**
 - Hoffnung für Augenerkrankte: Menschliche Hornhaut aus dem 3D-Drucker 12
 - Optogenetische Zellanalyse**
 - opto biolabs: Wie aus Frust und Erfindergeist eine Firma entsteht 14
 - Wirkstoffsuche**
 - Arzneimittelscreening für krebskranke Kinder 16
 - Detektion**
 - KI-gestützte Diagnostik sagt Lungenkrebs den Kampf an 17
- ▶ Bioökonomie 18
 - Innovative Materialien**
 - Mit programmierbaren Bakterien „Holz“ neu erfinden 18
- ▶ Im Gespräch 20
 - Experteninterview**
 - Weil jedes Zehntelgrad weniger an Erderwärmung zählt: Nachhaltigkeitsmaßnahmen im Labor 20
- ▶ BIOPRO aktuell 22
 - Gemeinsam Veränderungen anstoßen**
 - Nachhaltigkeit in der Medizintechnik-Branche 22
- ▶ Impressum 23

TuCAN – Tabletbasierte Diagnostik

Neuropsychiatrische Erkrankungen, wie zum Beispiel Demenz, werden häufig erst spät erkannt und schränken Betroffene in ihrer Lebensqualität ein. Um ihnen durch eine passgenaue Behandlung zu helfen, ist eine Diagnose in einem frühen Krankheitsstadium notwendig. Eben dieses Ziel verfolgt das Tübinger Projekt TuCAN mit einer frühen und differenziellen Diagnostik neuropsychiatrischer Erkrankungen. Zur Diagnosestellung werden psychologische Testverfahren wie beispielsweise der Montreal Cognitive Assessment Test (MoCA) – ein gängiger Papier-Bleistift-Test – herangezogen. Nicht nur die Auswertung konventioneller Papier-Bleistift-Tests ist dadurch zeitintensiv, auch die für die umfangreiche Diagnostik notwendigen Parameter können nicht umfassend erhalten werden. Dies wollen der Psychologe Christian Mychajliw und sein Team nun ändern. Im Rahmen von Forschungs- und Abschlussarbeiten entwickelt das mittlerweile sechsköpfige Team tabletgestützte, innovative und valide Diagnostikverfahren für neuropsychiatrische Erkrankungen. Mit der App können Ärztinnen und Ärzte sowie Psychologinnen und Psychologen die Tests durchführen und erhalten dann die aufbereiteten und ausgewerteten Ergebnisse. Neben dem Nutzen der daraus entstehenden Zeiterparnis können zusätzliche Parameter wie Bearbeitungszeit, Bewegungsabläufe und Druckstärke erhoben werden.

Nachhaltige Verpackungen mit gutem Gewissen

Kunststoff zu ersetzen – beispielsweise in Verpackungen – ist gar nicht so einfach, aber dringend nötig. Im Projekt 3D-Thermocell erarbeiten Forscher/-innen der DHBW Karlsruhe derzeit neuartige Kunststoffersatzprodukte aus thermoformbarem Papier als nachwachsende Ressource, die günstig und leicht sein sollen sowie einfach mit dem Altpapier entsorgt werden können. Forscher/-innen der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW)

in Karlsruhe arbeiten in Kooperation mit weiteren Partnern aus Forschung und Industrie im Projekt 3D-Thermocell an der Möglichkeit, Verpackungen unter Nutzung von bereits bestehenden Maschinen der kunststoffverarbeitenden Industrie aus thermoformbaren Papierwerkstoffen herzustellen. Nach nur zwei Jahren Projektlaufzeit hat das Team gleich drei praktikable Technologien vorzuweisen, um ein Papiermaterial zur Verfügung zu stellen, das nach Belieben wie das Vorbild aus Kunststoff zu thermogeformten Produkten verarbeitet werden kann. Getestet werden die Verwendung von Chitosan, ein Papierwerkstoff aus Biopolymeren wie etwa PLA aus Maisstärke plus Cellulosefasern sowie die Einarbeitung von Papierfasern in einen Biokunststoff.

Intelligente 4D-Polymere aus dem Drucker

Auch aus der Medizin ist die Technik des 3D-Druckens mittlerweile nicht mehr wegzudenken – etwa zur Herstellung von Implantaten oder zur Zell- und Gewebekultur. Nun können dreidimensionale Objekte noch eine weitere Dimension erhalten und damit zu einfachen autonomen Bewegungen durch Größenänderung befähigt werden: Forscher/-innen der Universität Heidelberg ist es gelungen, mikroskopisch kleine 4D-Strukturen aus intelligenten Polymeren herzustellen, die je nach Anforderung individuell angefertigt werden können. Im Rahmen des Exzellenzclusters „3D Matter Made to Order“ (3DMM2O) haben Forscher/-innen der Universität Heidelberg und des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) neuartige Materialien – intelligente Polymere – entwickelt, die den Objekten eine vierte Dimension verleihen, und die je nach Anwendung mit höchster Präzision innerhalb kurzer Zeit lichtaktiviert hergestellt werden können. Die „intelligenten“ Werkstoffe haben mit der Möglichkeit, sich selbstständig zu modifizieren, sozusagen „lebensechte“ Eigenschaften. Anwendungen existieren bereits in frühen Stadien, zum Beispiel als sich selbst justierende Orthesen oder biologische Hörgeräte.

Minimalinvasive Schulter-OP der nächsten Generation

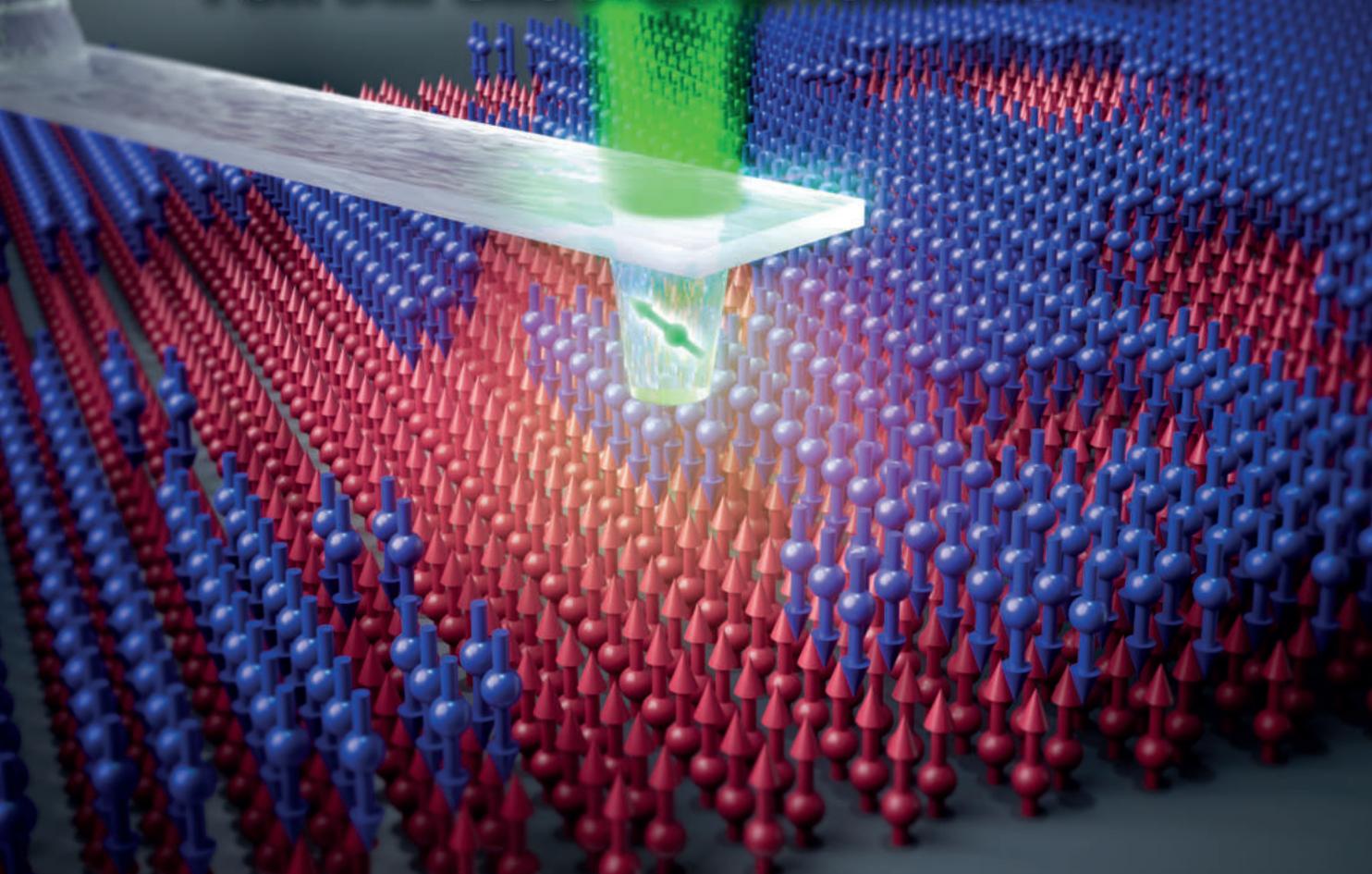
Die Versorgung von Schulterverletzungen wie der Rotatorenmanschettenruptur gehört zu den häufigsten orthopädischen Eingriffen. Erstaunlich ist, dass sich am Operationsverfahren seit Jahrzehnten nicht viel geändert hat – obwohl es vergleichsweise kompliziert ist. Ganz und gar nicht optimal und höchste Zeit, sich etwas Neues einfällen zu lassen, fanden die Gründer des Start-ups Inovedis aus Albstadt, Lukas Flöß und Dr. Stefan Welte, Chefarzt der Orthopädie der ACURA Fachklinik Albstadt. SINEFIX heißt die fingernagelgroße Innovation des Start-ups, und sie ist ein Implantat aus PEEK (Polyetheretherketon), einem biokompatiblen Kunststoff. Es besteht aus drei zusammenhängenden Teilen: zwei Ankern, ähnlich den auch bisher verwendeten Fadenankern, plus einer Basisplatte mit winzigsten Krallen, die die beiden Anker flächig verbindet. „Dieses Implantat ersetzt Fäden und Knotenkonstruktionen, indem die bisherigen Druckpunkte des Fadens und die Kräfte auf einer einzigen Fläche – der Basisplatte – verteilt werden, die maximale Auszugskraft bietet, aber dabei die Sehne nicht quetscht und die Durchblutung ermöglicht“, erklärt Inovedis-Geschäftsführer Flöß. Untersuchungen zeigten, dass sowohl Zugfestigkeit als auch Spaltbildung wesentlich günstiger sind als mit der herkömmlichen Fadenkonstruktion. Die Zulassung für den Verkauf in den USA war erfolgreich, und im August hat das Inovedis-Team mit dem „Onboarding“ für die klinische Studie in Europa begonnen.



Die Gründer des Start-ups: Lukas Flöß (links) und Dr. Stefan Welte (rechts)
© Inovedis GmbH



QUANTENREVOLUTION FÜR DIE GESUNDHEITSINDUSTRIE



Der an einem Ausleger aufgehängte Diamant, der von einem Laser ausgelesen wird, orientiert seine Spins entsprechend der Spins auf den zu messenden Oberflächenatomen. © BIOPRO, In Anlehnung an eine Darstellung der Universität Basel, Departement Physik

Innovation

Quantenrevolution für die Gesundheitsindustrie

Von ultraschnellen Quantencomputern bis hin zu hochempfindlichen Sensoren – Quantentechnologien könnten die Medizin einen großen Schritt

voranbringen. Mögliche Anwendungsgebiete reichen von der Medikamentenentwicklung über die Krebsfrüherkennung bis hin zum Auslesen von Hirnströmen, um Prothesen oder Exoskelette zu steuern. Baden-Württemberg spielt insbesondere bei der Entwicklung von Sensoren eine Schlüsselrolle.

Wer Quantentechnologie hört, denkt wahrscheinlich eher an abstrakte Formeln und viel Theorie als an das Internet oder GPS-Geräte. Dabei erleichtern Quantensysteme der ersten Generation schon seit Jahrzehnten unseren Alltag. Sie bilden zum Beispiel die Grundlage für die Online-Datenübertragung oder machen GPS-Systeme genauer. Doch die spannendsten Entwicklungen erwarten uns wohl erst in naher Zukunft.

Quantentechnologien basieren auf den Besonderheiten der Quantenmechanik, einem Zweig der Physik, der die Welt auf subatomarer Ebene beschreibt. Diese Technologien nutzen spezielle Zustände wie „Überlagerung“ und „Verschränkung“, um Informationen zu verarbeiten und zu übertragen. Basierend auf diesen Prinzipien, machen Quantencomputer oder Hochleistungssensoren bisher Unvorstellbares möglich: Rechner, die in Sekunden Probleme lösen, für die herkömmliche Computer Monate brauchen. Oder Sensoren, die Einblicke in bisher unsichtbare Vorgänge im menschlichen Körper geben. Vor allem im Gesundheitsbereich wecken die Quantentechnologien daher große Hoffnungen. Die Rede ist von einer zweiten Quantenrevolution, die unmittelbar bevorsteht.

Quantensensoren in der Medizin

„Quantentechnologien können Antworten auf wichtige Fragen der Medizin liefern, von der alternden Gesellschaft bis hin zu Zivilisationskrankheiten wie Krebs“, sagt Prof. Dr. Fedor Jelezko, Co-Direktor des Center for Integrated Quantum Science and Technology (IQST), des 2014 gegründeten Zusammenschlusses von Forscher/-innen auf dem Gebiet der Quantentechnologien in Baden-Württemberg.

Der Schwerpunkt der Projekte im Bundesland liegt auf Quantensensoren – aus gutem Grund. Zum einen ist die Fachkompetenz im Bereich der Sensorik in Baden-Württemberg besonders konzentriert. Zum anderen sind Quantensensoren deutlich näher an der Marktreife als Quantencomputer. Schon heute übertreffen sie oft herkömmliche Sensoren, und in den nächsten ein bis fünf Jahren sollen zahlreiche neue Geräte auf den Markt kommen. „Wenn MRT-Bilder um einige Prozent besser werden, ändert das schon viel in der Früherkennung und damit in der Therapie von Patientinnen und Patienten“, erläutert Jelezko.

Neue Wirkstoffe für Medikamente, und Biomarker für Krankheiten

Quantensensoren können dank Quanteneffekten Magnetfelder, Beschleunigung, Rotation, Schwerkraft und Zeit wesentlich genauer messen als klassische Sensoren. Insbesondere das Screening nach kleinsten Partikeln und das Auslesen von Magnetfeldern im menschlichen Körper stehen dabei im Fokus der aktuellen Forschung.

„Das Screening von Biomolekülen wird eine der ersten großen Anwendungen sein“, glaubt Prof. Dr. Jens Anders, Sprecher des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Zukunftsclusters Quantensensoren der Zukunft (QSens). In QSens arbeiten Forscher/-innen der Universitäten Stuttgart und Ulm eng mit Industriepartnern wie Boehringer Ingelheim zusammen, um den Einsatz von Quantensensoren unter anderem in der Medikamentenentwicklung zu erforschen.

Doch das ist nur der Anfang. Die empfindlichen Sensoren können zum Beispiel auch Tumormarker im Blut frühzeitig erkennen. Das Projekt Ultrasens-Vir an der Universität Ulm arbeitet zudem daran, mit dieser Technologie Viren schneller und präziser nachzuweisen.

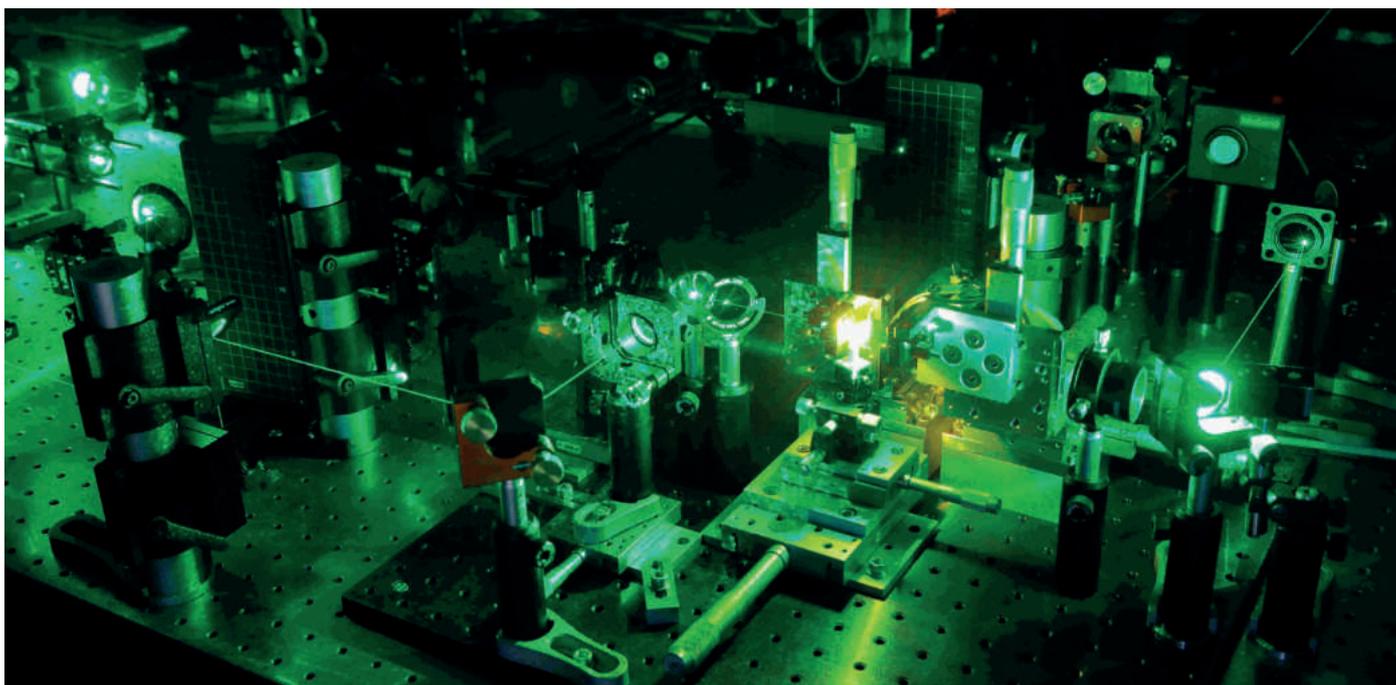
Von MRT ohne Röhre bis zu gedankengesteuerten Prothesen

Das genauere Messen von Magnetfeldern durch Quantensensoren spielt in der Medizin dabei eine besonders große Rolle. Schon heute werden Magnetfelder unter anderem in Magnetresonanztomografen (MRT) eingesetzt, um Einblicke in den menschlichen Körper zu ermöglichen. Mit hochempfindlichen Quantensensoren lassen sich diese Bilder nicht nur verbessern, langfristig soll sogar ein MRT ohne Röhre möglich werden. Auch ganze Stoffwechselfvorgänge sollen künftig im MRT in Echtzeit sichtbar sein. Die Ulmer Firma NVision Imaging Technologies will schon im nächsten Jahr einen sogenannten Hyperpolarisator für präklinische Studien auf den Markt bringen, der genau das kann.

Da die Signalwege im Körper magnetische Felder erzeugen, könnten Chirurginnen und Chirurgen mithilfe der Sensoren zum Beispiel auch bei Operationen den Verlauf von Nervenbahnen oder Muskeln verfolgen. „Und dann ist da noch der Heilige Gral“, sagt Anders. „Nämlich die Magnetfelder des Gehirns zu messen.“ Mit einer Mensch-Maschine-Schnittstelle könnten dann sogar medizinische Geräte per Gedanken gesteuert werden, und das ganz ohne riskante Hirn-OP. Auch daran wird bereits geforscht: Gedankensteuerbare Prothesen des Orthopädietechnikunternehmens Ottobock sind im Rahmen von QSens ebenso geplant wie gedankengesteuerte Exoskelette des BMBF-Leuchtturmprojekts NeuroQ.

Kann Quantenphysik Lähmungen bekämpfen?

Dass dies keineswegs Science Fiction ist, erklärt Prof. Dr. Surjo Soekadar, Leiter der Arbeitsgruppe Klinische Neurotechnologie der Berliner Charité und Projektpartner bei NeuroQ: „Neurale Exoskelette werden jetzt überall weltweit erforscht, und es gibt bereits eine Reihe von Patenten.“ Als Leiter des Fachbereichs Translation und Neurotechnologie der Charité befasst er sich seit Jahren



Entwicklung der Quantensensoren am Fraunhofer IAF. © Fraunhofer IAF

mit dem Thema neurale – also „gedankengesteuerte“ – Exoskelette und hat auch selbst mit seinem Team marktreife Systeme entwickelt. „Neurale Exoskelette erlauben es zum Beispiel, nach einem Schlaganfall im Alltag wieder beide Hände zu benutzen“, sagt Soekadar. Mehr noch: Schon heute gibt es Exoskelette, mit denen Querschnittgelähmte wieder laufen können.

Derzeit ist noch Luft nach oben, vor allem bei der Sensortechnik

Um dies zu ermöglichen, lesen Sensoren über sogenannte Brain-Computer Interfaces, BCIs (Hirn-Computer-Schnittstellen) Hirnsignale aus. Denkt die Patientin oder der Patient an eine Bewegung, etwa den Arm zu heben, löst dies elektrische Signale im Gehirn aus. Nervenbahnen leiten diese weiter an den Arm, der bei gesunden Menschen die Bewegung ausführt. Diese Signalwege funktionieren auch noch bei gelähmten Personen, nur kann der Körper sie nicht mehr umsetzen. Genau das übernimmt das neurale Exoskelett für ihn. Die Signale im Gehirn werden durch die Sensoren der Hirn-Computer-Schnittstelle gemessen, von einem Computer umgerechnet und vom Exoskelett in Bewegung umgesetzt.

So beeindruckend die bisherigen Fortschritte bereits sind, so ist die Technik davon, dass Querschnittgelähmte dank Exoskelett wieder spazieren gehen oder Gegenstände greifen können, trotzdem noch ein Stück weit entfernt. Die aktuellen Modelle zum Laufen kann man sich eher als etwas grobschlächtige und schwere Roboteranzüge oder -stützen vorstellen. Exoskelette

für Arme und Hände können bisher grundlegende Bewegungen ausführen, jedoch keine Feinmotorik wie das Greifen einer Tasse. Außerdem funktionieren viele nur unter Laborbedingungen, da die bisherigen Sensoren, die die Hirnaktivität auslesen, äußerst störanfällig sind. Und die größte Hürde: Für Hirn-Computer-Schnittstellen, mit denen man komplexe Bewegungen steuern kann, ist derzeit meist eine riskante OP nötig, bei der Sensoren in den Kopf implantiert werden.

Quantensensoren machen OP überflüssig

Dies soll sich jetzt ändern. Im Projekt NeuroQ haben sich gleich mehrere führende deutsche Forschungsinstitutionen zusammengetan, um neue Sensoren zu entwickeln, die die bisherigen Probleme der neuralen Exoskelette lösen könnten. Beteiligt sind unter anderem das Fraunhofer IAF in Freiburg, die Berliner Charité, die Universität Stuttgart sowie verschiedene Unternehmen.

Die sogenannten Quantensensoren, die während der fünfjährigen Laufzeit des Projekts entstehen, sollen so empfindlich sein, dass sie Hirnaktivität auch dann noch interpretieren können, wenn sie nur auf dem Kopf aufliegen, ganz ohne OP. Die Sensoren könnten beispielsweise in ein Stirnband integriert werden, das sich nach Bedarf auf- und absetzen ließe.

Die Übertragung der Signale aus dem Gehirn soll außerdem in Zukunft so präzise funktionieren, dass selbst feinste Motorik wie das Greifen von kleinen Gegenständen möglich ist und auch außerhalb des Labors funktioniert. Und vielleicht können

sie sogar noch mehr: Zahlreiche Studien weisen darauf hin, dass die Technik dabei helfen kann, schwere und chronische Lähmungen zu heilen.

„Die Quantensensorik wird, denke ich, in den nächsten zehn bis zwanzig Jahren großen Einfluss auf die Industrie und in der Medizintechnik haben, von Messtechnik bis hin zu bildgebenden Verfahren“, sagt Dr. Jan Jeske, Gruppenleiter Quantenmagnetometrie am Fraunhofer IAF. Gerade bei Hirn-Computer-Schnittstellen hätten Quantensensoren enorme Vorteile, meint Jeske. Denn Hirnaktivität sendet sowohl elektrische als auch magnetische Felder aus. Bisherige Sensoren fokussieren sich meist auf die elektrischen Signale, die Quantensensoren in NeuroQ dagegen auf Magnetfelder. „Die Magnetfelder werden durch den Schädelknochen im Gegensatz zu elektrischen Signalen nicht abgeschwächt und haben dadurch das Potenzial, sehr viel deutlicher zu werden als alles, was man mit den bisherigen elektrischen Sensoren messen kann“, erklärt der Forscher. Sprich: Eine OP ist nicht mehr nötig, da Quantensensoren genauer messen als EEGs.

Wie Quantensensoren funktionieren

Die Quantensensoren in NeuroQ nutzen künstliche Diamanten, Laser und Radiowellen für die Messung des Magnetfeldes. Im Detail funktioniert das folgendermaßen: Die künstlich hergestellten Diamanten sind mit speziellen Stickstoff-Fehlstellen (NV-Zentren) versehen. Diese NV-Zentren verhalten sich wie winzige Magnete und reagieren empfindlich auf Magnetfelder in ihrer Umgebung. Um diese zu messen, werden ein grüner Laser sowie Radiowellen auf den Diamanten gerichtet, wodurch die NV-Zentren angeregt werden. Diese absorbieren das grüne Laserlicht und emittieren rotes Licht. Die Intensität dieses roten Lichts ist abhängig vom auf die NV-Zentren wirkenden Magnetfeld.

Die Diamant-Quantensensoren können so auch die Magnetfelder messen, die das Gehirn beim Denken produziert – und das mit größerer Genauigkeit als derzeitige Sensorarten. Dadurch ließen sich Exoskelette viel präziser steuern als bisher, was erstmalig auch Feinmotorik möglich machen würde. Besonders wichtig für die Patientinnen und Patienten ist außerdem, dass Diamant-Quantensensoren selbst dann noch zuverlässig messen, wenn sie mit anderen Hintergrundfeldern konfrontiert werden. „Das bedeutet, es gibt die Perspektive, sie künftig nicht nur im abgeschirmten Labor einzusetzen“, erklärt Jeske.

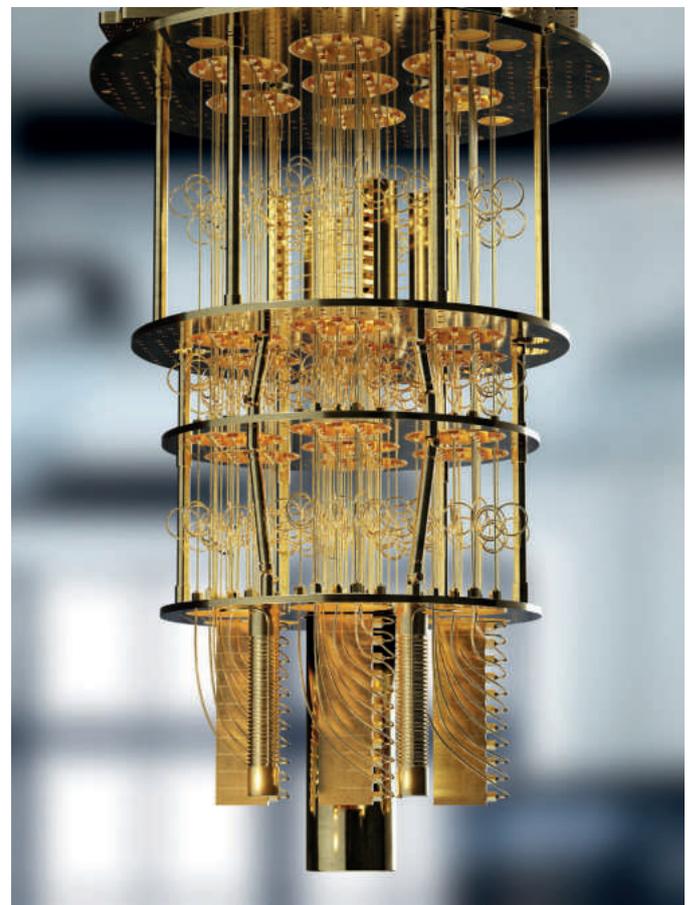
Das Potenzial von Quantensensoren in der Medizin ist enorm

Dazu, wie sich die Quantensensoren in der Medizin einsetzen lassen, haben sowohl Jeske als auch Soekadar viele Ideen. Innerhalb der Laufzeit von NeuroQ wollen sie die Exoskelette verbessern und deren breiteren Einsatz ermöglichen. Was

danach kommt? Da gäbe es zahlreiche Optionen. „Während Operationen könnte man mit Quantensensoren beispielsweise feinste Nerven erkennen, um zu vermeiden, dass sie aus Versehen durchtrennt werden“, sagt Jeske. „Es ließen sich auch bisherige MRT-Sensoren ersetzen und damit die Magnetresonanztomografie verbessern.“

Ein anderes spannendes Szenario könnte in der Rehabilitation von gelähmten Patientinnen und Patienten liegen. Hier ergibt sich aus dem Einsatz von neuralen Sensoren und Exoskeletten, die Muskeln aktivieren, eine Feedbackschleife mit weitreichenden Folgen. „Wir haben dieses Verfahren bei Schlaganfallpatientinnen und -patienten eingesetzt und erst gedacht: Na ja, man guckt erst mal, ob das überhaupt funktioniert“, sagt Soekadar. „Nach einem Monat haben wir festgestellt, dass die Patientinnen und Patienten, die teilweise über Jahre und Jahrzehnte gelähmt waren, plötzlich ihre Hand wieder von allein bewegen konnten. Diese Technik könnte man in unterschiedlichsten Bereichen einsetzen, von Lähmungen bis hin zur Behandlung von psychischen Erkrankungen wie Depressionen, Sucht- oder Zwangsstörungen.“

Langfristig wären dadurch teure Exoskelette für zuhause vielleicht gar nicht nötig, meint der Neurowissenschaftler: „Es



Quantencomputer wie der hier abgebildete könnten die Auswertung medizinischer Daten enorm beschleunigen. © DP/Adobe Stock

geht darum, dass wir die Hirnschnittstelle irgendwann gar nicht mehr brauchen, sondern dass die Patientinnen und Patienten sich durch die regelmäßige Anwendung der Hirn-Computer-Schnittstelle wieder erholen. Damit würde diese Technologie für diese Menschen im weiteren Verlauf praktisch obsolet. Das ist für mich das optimale Szenario.“

Quantencomputing in der Medizin

Deutlich mehr Rampenlicht als Quantensensoren genießen seit einigen Jahren Quantencomputer. Kein Wunder, wenn Tech-Giganten wie Google, Microsoft und IBM Milliarden in diese Zukunftstechnologie investieren. Schneller, besser und leistungsfähiger als derzeitige Supercomputer sollen die neuen Geräte dank Quanteneffekten werden.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Computern arbeiten Quantencomputer nicht mit Bits, sondern mit Qubits. Bits sind Informationen, die entweder als 0 oder 1 dargestellt werden. Qubits existieren auf einer Überlagerung von 0 und 1 und können mehrere Zustände gleichzeitig einnehmen. Dadurch können Quantencomputer unter anderem parallele Operationen durchführen und bei bestimmten Problemen enorme Geschwindigkeiten erreichen, die aktuelle Supercomputer in

den Schatten stellen. Mit jedem zusätzlichen Qubit erhöht sich die Rechenleistung exponentiell.

Auch hier ist das Anwendungspotenzial enorm, denn medizinische Daten könnten in einem Bruchteil der Zeit ausgewertet werden. Ein naheliegendes Einsatzgebiet ist zunächst ebenfalls die Arzneimittelforschung. Das Screening nach neuen Wirkstoffen ließe sich deutlich beschleunigen. Außerdem: „Mit Quantencomputern lassen sich zukünftig pharmazeutische Wirkstoffe zuverlässig simulieren“, sagt Anders. Ein enormer Vorteil bei der Entwicklung.

Auch Diagnosen könnten mit Quantencomputern schneller und zuverlässiger werden, vor allem in Kombination mit Künstlicher Intelligenz (KI). So untersucht die Forschungsgruppe von PD Dr. habil. Jeanette Miriam Lorenz vom Fraunhofer-Institut für Kognitive Systeme IKS, wie Quantencomputer und KI medizinische Bilddaten wie MRT- oder CT-Aufnahmen verbessern können. Ein vergleichbarer Ansatz lässt sich beispielsweise auch für Gewebeanalysen nutzen, weshalb die Technologie für Einrichtungen wie das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg hochrelevant ist, mit dem Lorenz bereits im Austausch steht.

Allerdings sind bei der Arbeit mit Quantencomputern derzeit noch viele Fragen offen, etwa wie Algorithmen gestaltet sein müssen, um das Potenzial der neuen Supercomputer voll auszuschöpfen. „Quantencomputer sind nicht in jedem Fall schneller und besser als herkömmliche Computer“, betont Lorenz. „Wenn Sie zum Beispiel versuchen, mit einem Quantencomputer zu addieren, werden Sie feststellen, dass das auch unglaublich langsam sein kann. Ein Quantencomputer denkt einfach anders.“

Einsatz noch ein Jahrzehnt in der Zukunft

Während einige medizinische Anwendungen von Quantencomputern bereits in den nächsten Jahren Realität werden könnten, dürfte der breite Einsatz in der klinischen Praxis noch mindestens ein Jahrzehnt entfernt sein. Das liegt unter anderem daran, dass die Geräte extrem störanfällig sind und zudem noch keine ausreichende Zahl von Qubits erreichen. Zum Vergleich: Google hat angekündigt, bis Ende 2029 einen Quantencomputer mit einer Million Qubits bauen zu wollen (von denen dann nach Korrektur der Störungen etwa 10.000 tatsächlich für Berechnungen zur Verfügung stünden). Europas derzeit einziger kommerziell nutzbarer Quantencomputer, der IBM-Rechner in Ehningen, hat eine Leistung von 27 Qubits.

Trotzdem sollten sich Forscher/-innen und Unternehmen so früh wie möglich – am besten sofort – mit Quantencomputing

▶ ANSPRECHPARTNER

IQST:

Prof. Dr. Fedor Jelezko
 Universität Ulm
 E-Mail: fedor.jelezko@uni-ulm.de

QSens:

Prof. Dr. Jens Anders
 Universität Stuttgart
 E-Mail: jens.anders@iis.uni-stuttgart.de

Quantum^{BW}:

Prof. Dr. Joachim Ankerhold
 Universität Ulm
 E-mail: joachim.ankerhold@uni-ulm.de

Dr. Sonja Lebus-Henn
 Universität Ulm
 E-Mail: sonja.lebus-henn@uni-ulm.de

quantencomputing-basierte KI in der Medizin:

PD Dr. habil. Jeanette Miriam Lorenz
 Fraunhofer IKS
 E-Mail: jeanette.miriam.lorenz@iks.fraunhofer.de

BIOPRO-Kommentar zum Thema „Quantenrevolution für die Gesundheitsindustrie“

Je früher ein Leiden erkannt wird, desto eher kann es behandelt werden. Wie effektiv dies sein kann, zeigen die in Deutschland etablierten Krebsfrüherkennungsprogramme. Mit derzeit in der Entwicklung befindlichen Quantensensoren wird in naher Zukunft eine bessere Diagnostik nicht nur von Krebs, sondern auch von Krankheiten wie Alzheimer oder Parkinson möglich werden. Im Rahmen der Zukunftsclusterinitiative des BMBF beteiligen sich Akteurinnen und Akteure im Bereich der Quantensensorik aus Baden-Württemberg an der Erforschung dieser radikalen Innovationen, die die Gesundheitsbranche in den kommenden Jahren revolutioniert werden.

Während die vielgehyphten Quantencomputer erst am Anfang ihrer Entwicklung stehen, ist man bei der Quantensensorik schon mehrere Schritte weiter. Professor Dr. Jens Anders, Leiter des Instituts für Intelligente Sensorik und Theoretische Elektrotechnik der Universität Stuttgart und Sprecher des Zukunftsclusters QSens, verdeutlichte dies auf der diesjährigen „Treffpunkt Gesundheitsindustrie“-Veranstaltung der BIOPRO mit den Worten: „Sie sind wirklich da, jetzt braucht es nur noch zwei bis drei Jahre, bis wir entsprechende Technologien so skalieren können, dass diese auch zu wettbewerbsfähigen Preisen am Markt sind.“

beschäftigen, meint Lorenz: „Die Technologie ist so komplex, dass man einfach lernen muss, damit umzugehen.“ Die Möglichkeit, Quantencomputing unter realen Bedingungen zu testen, bietet unter anderem das vom Fraunhofer IAF und dem Fraunhofer IAO betriebene Kompetenzzentrum Quantencomputing Baden-Württemberg, das den IBM-Quantencomputer beherbergt und ihn für Unternehmen, Start-ups und die akademische Forschung zugänglich macht.

Neue Plattformen für den Austausch

Für den weltweiten Wettlauf um die Vorreiterrolle in der Quantentechnologie will Baden-Württemberg bereit sein. Im April 2023 startete daher das Land gemeinsam mit führenden Wissenschaftseinrichtungen und Wirtschaftsgrößen wie Bosch, Zeiss und Trumpf die Innovationsinitiative für Quantentechnologien Quantum^{BW}, die Baden-Württemberg bis 2027 mit insgesamt 31,1 Mio. Euro fördert. „Die Idee von Quantum^{BW} ist es, Quantentechnologien systematisch und konzentriert bis zur Marktreife zu entwickeln“, sagt Prof. Dr. Joachim Ankerhold, der gemeinsam mit dem ehemaligen Bosch-Geschäftsführer Dr. Volkmar Denner Sprecher der Initiative ist.

Besonders im Bereich der Bildgebung in der Medizin sind baden-württembergische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler schon weit vorangeschritten. So könnte es sein, dass in nicht allzu ferner Zukunft die herkömmlichen Magnetfeldsensoren in den MRTs der Kliniken durch Quanten-Vektor-Magnetfeldsensoren ersetzt werden, sodass deutlich schneller und mit einer höheren Genauigkeit gemessen werden kann.

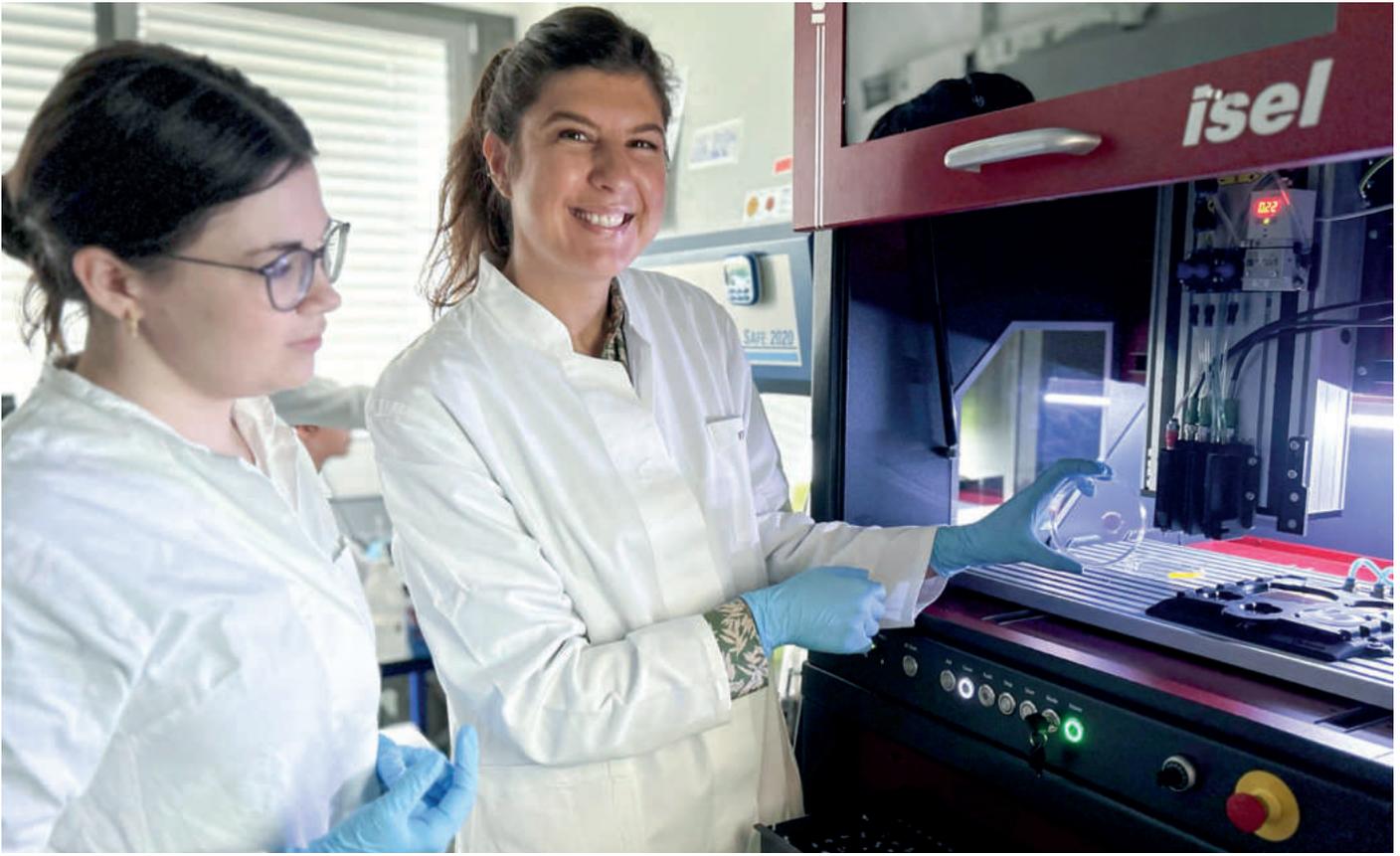
Und nicht nur das: Quantensensoren in mobilen Wearables könnten zum Game-Changer werden. Das, was uns in den Star-Trek-Filmen der 1960er-Jahre als unerreichbare Zukunftsvision des sogenannten Trikkorders vorgeführt wurde, werden wir nun in einer ähnlichen Version in Kürze in Händen halten können. Unsere Aufgabe ist es, diese bahnbrechende Technologie mit vereinten Kräften von einer Technologieplattform in die Produktentwicklung zu bringen. Das bedeutet: Wir müssen die zu dieser Technologie passenden medizinischen Bedürfnisse („Medical Needs“) identifizieren und die dazu passenden Anwendungen von Quantensensoren in die Versorgung bringen. Mit dem Start der Innovationsoffensive Quantum^{BW} hat Baden-Württemberg einen ersten Schritt zur Quantenrevolution bereits gemacht, weitere werden folgen.

Herzlichst,
Ihr Prof. Dr. Ralf Kindervater

Im Fokus stehen zunächst Quantensensoren. „Hier hat Baden-Württemberg in der Vergangenheit Alleinstellungsmerkmale entwickelt. Damit können wir uns von anderen absetzen“, erklärt Ankerhold. Die Mittel sollen auch in eine Infrastruktur fließen, die Forscher/-innen und Industriepartner/-innen den nötigen technologischen Zugang ermöglicht. So könnten Einrichtungen wie das hochmoderne Zentrum für angewandte Quantentechnologien (ZAQuant) der Universität Stuttgart oder das Zentrum für Quanten- und Biowissenschaften (ZQB) der Universität Ulm besser zugänglich gemacht werden.

Parallel dazu bietet die neue Messe für Quantentechnologien, Quantum Effects, die am 10. und 11. Oktober 2023 in Stuttgart stattfindet, eine zusätzliche Plattform für Vernetzung und Austausch. Nicht nur für Unternehmen, die am Puls der Zeit bleiben wollen, sondern auch für die Forschung ist der Dialog entscheidend. „Technik ist eine Lösung, die ein Problem sucht“, sagt Ankerhold. Denn es sind längst noch nicht alle Anwendungsmöglichkeiten der Quantentechnologien ausgelotet.

Dr. Anja Segschneider



Dr. Friederike Dehli (links) und Juniorprofessorin Dr. Daniela Duarte Campos (rechts) entwickeln mit ihrem Team an der Universität Heidelberg eine Hornhaut aus humanen Zellen, die einmal direkt im OP-Saal aus dem 3D-Drucker kommen soll. © Universität Heidelberg

Projekt BlindZero

Hoffnung für Augenerkrankte: Menschliche Hornhaut aus dem 3D-Drucker

Hornhauttransplantationen werden bei uns bereits viele tausend Male pro Jahr durchgeführt. Allerdings sind Spenderinnen bzw. Spender rar, und der Eingriff ist nicht immer ohne Komplikationen. An der Universität Heidelberg entwickeln Forscherinnen und Forscher im Projekt BlindZero nun eine innovative Technik, um menschliche Hornhaut per 3D-Bioprinting direkt auf das Auge von Erkrankten „drucken“ zu können.

Die Hornhaut des Auges – die Cornea – ist der vorderste, durchsichtige Abschnitt des Augapfels, der den Hauptteil der Lichtbrechung übernimmt und die erste Schutzbarriere

für das empfindliche Sinnesorgan bildet. Kommt diese Barriere aufgrund von Verletzungen, Infektionen oder erblichen Defekten zu Schaden, und kann dies nicht medikamentös behandelt werden, bleibt nur eine Transplantation von Spendergewebe. Andernfalls kommt es zu schwerwiegenden Einschränkungen, die bis zur Erblindung führen können.

Eine Hornhauttransplantation wird allein in Deutschland zwar jährlich rund 9.000-mal durchgeführt. Allerdings ist die Warteliste lang, denn der Bedarf an Spendergewebe ist deutlich höher als die Zahl der Hornhautspenden, und auch der Eingriff an sich ist nicht ohne Risiko. Trotz erheblicher Fortschritte in der Operationstechnik kann es beispielsweise wie bei allen Transplantationen zu Abstoßungsreaktionen kommen.

Biotinte aus Hornhautzellen und Hydrogel für den 3D-Drucker

Eine Alternative aus dem Labor, die den Betroffenen zeitnah ihre Sehkraft zurückgeben könnte, wäre ein Segen für alle mit einer nicht mehr konventionell therapierbaren, irreversiblen Erkrankung der Cornea. Aus diesem Grund beschäftigen sich Forscher und Forscherinnen der Nachwuchsgruppe

„Bioprinting & Tissue Engineering“ am Zentrum für Molekulare Biologie der Universität Heidelberg schon seit einiger Zeit mit Technologien und Biomaterialien für das Gewebe- und Organ-Engineering, unter anderem auch mit 3D-Druckmethoden und Biotinten zur Herstellung menschlicher Hornhaut. Erste Tests möglicher Materialien und Methoden erwiesen sich bereits als sehr vielversprechend.

Nun wurde das BlindZero genannte Projekt der Arbeitsgruppe um Juniorprofessorin Dr. Daniela Duarte Campos vom BMBF mit einer hochdotierten Förderung ausgezeichnet. Die Idee der Forscher/-innen ist es, lebende menschliche Zellen mit einer vernetzbaren Polymerlösung zu mischen und so Biotinte zu erzeugen, die mit einem 3D-Drucker direkt auf das Auge der Patientinnen und Patienten „gedruckt“ und so eine neue Hornhaut erzeugt werden kann. „Das Ziel von BlindZero ist, eine Art ‚Fertiggewebe‘ zu entwickeln, um damit eine möglichst zeitnahe Therapie zur Verfügung stellen zu können. Denn unser Gewebe wird zwar aus humanen Corneazellen bestehen, die aber nicht notwendigerweise von den Erkrankten selbst stammen müssen, sodass eine lange Wartezeit zur Kultivierung der Zellen entfällt“, erklärt Duarte Campos. „Mit dieser Lösung könnte man idealerweise langfristig sogar einmal auf Spendergewebe verzichten, wie wir hoffen.“

Mithilfe natürlicher Substanzen und sichtbarem Licht Gewebe vernetzen

Zur Herstellung der innovativen Transplantate werden menschliche Corneazellen per Zellkultur vermehrt und mit einer Polymerlösung gemischt. Im Anschluss wird die Lösung zu hydrophilen, dreidimensional aufgebauten Polymernetzwerken, den Hydrogelen, vernetzt. Aufgrund ihres hohen Wassergehalts stellen diese besonders interessante Materialien für das Tissue Engineering (die künstliche Gewebezüchtung) dar. „Bisher haben wir bereits bekannte Hydrogele getestet. Wir werden aber auch an neuen Formulierungen arbeiten“, berichtet die Wissenschaftlerin.

Und auch am Polymerisierungsverfahren wird intensiv geforscht: „Hier gibt es ebenfalls zahlreiche Möglichkeiten“, so die Juniorprofessorin. „Unser Fokus liegt aber auf einer Vernetzung durch sichtbares Licht. Dabei triggert ein Photoinitiator die Polymerisation. Natürlich darf sich das Ganze nicht toxisch auf Körper und Zellen auswirken – weder kurz- noch langfristig, das muss ausführlich getestet werden. Aber erste In-vitro-Versuche ergaben bereits, dass Zellen überlebten und keinen Schaden nahmen. Um wirklich sicherzugehen, konzentrieren wir uns hier vor allem auf natürliche Substanzen, die weder der Umwelt noch dem Körper schaden.“

Individuelles Druckverfahren so nah am Auge wie möglich

So vorbereitet, wird die Zell-Polymer-Mischung als Biotinte in einen 3D-Drucker geladen und dort Schicht für Schicht als neue, patienteneigene Hornhaut gedruckt – idealerweise in einem einmaligen chirurgischen Eingriff direkt am OP-Tisch. „Dieser Bereich ist unser zweites Arbeitsfeld“, berichtet Duarte Campos. „Neben der Suche nach optimalen Hydrogelen und Formulierungen arbeiten wir intensiv an der Entwicklung der Drucktechnologie, mit der wir die lebenden Zellen zum Gewebe formen können. Im Moment testen wir einen Bioprinter mit sehr kleinen Biotintetröpfchen, die sich im Gegensatz zur aktuell gebräuchlichsten Methode – dem Extrusionsdruck – nach dem Drucken durch die Polymerisation zum Gewebe organisieren. Hier wartet noch viel Arbeit auf uns: Beispielsweise wollen wir das Verfahren noch präziser und schneller machen, damit in Zukunft ein Roboterarm dies in sehr kleinem Maßstab innerhalb weniger Mikrometer im Operationssaal ausführen kann – so nah am Patientenaugenauge wie nur möglich.“

Überhaupt soll das komplette Verfahren zum Schluss einmal idealerweise vollständig automatisiert ablaufen. „Beispielsweise muss das Mischen der Zellen mit der Polymerlösung sehr vorsichtig geschehen, um mechanischen Stress, so gut es geht, zu vermeiden, damit möglichst viele Zellen überleben“, erklärt Duarte Campos. „Das könnte ein Pipettierroboter sehr zuverlässig leisten.“

Per Gewebe-Engineering Abstoßungsreaktion vermeiden

Weitere intensive Forschungsarbeiten werden sich auch der Frage der Transplantatabstoßung widmen. „Hier kooperieren wir mit den Universitätsaugenkliniken Heidelberg und Aachen“, so die Expertin. „Es sollen umfangreiche Tests mit immortalisierten Zellen und Primärzellen aus einer humanen Corneabank durchgeführt werden. Für die angestrebte Lösung sollen dann einmal iPS-Zellen (induzierte pluripotente Stammzellen) zum Einsatz kommen, die eine Immunabstoßung idealerweise verhindern sollen.“

Die Arbeit an BlindZero wurde Anfang 2022 gestartet. Nachdem sich das Team zunächst formieren musste, sind die Forscher/-innen seit rund einem halben Jahr bei der praktischen Arbeit am zukünftigen Hornhautgewebe. Die Entwicklung von Technologie und Material soll nach insgesamt zwei bis drei Jahren abgeschlossen sein, inklusive Tests an Augen aus dem Schlachthof. Danach sind die eigentlichen präklinischen Tests geplant. Am Ende des fünfjährigen Projekts werden idealerweise die Anträge für die klinischen Phasen stehen, so hoffen die Forscher/innen.

Dr. Petra Neis-Beeckmann



Dr. Kathrin Brenker hat es gewagt und aus einem Mangel an geeigneten Belichtungsgeräten in der optogenetischen Forschung heraus die Firma opto biolabs gegründet. © Stefan Heyl, Freiburg

Optogenetische Zellanalyse

opto biolabs: Wie aus Frust und Erfindergeist eine Firma entsteht

Weil sie keine geeigneten Belichtungsgeräte für ihre Doktorarbeit zur Verfügung hatte, ersann Dr. Kathrin Brenker kurzerhand maßgeschneiderte Adapter und wurde zur Gründerin der Firma opto biolabs. Inzwischen verkaufen sie und ihr Mitgründer Luis Köbele zwei verschiedene Gerätetypen, ein dritter ist auf dem Weg zur Marktreife.

Eigentlich wollte Dr. Kathrin Brenker immer Molekulare Medizin studieren und Professorin werden. Über den Umweg des Studiums „Molecular Life Science“ in Lübeck gelangte sie durch Hartnäckigkeit tatsächlich zum Wahlfach Molekulare Medizin in Göttingen. Von 2009 bis 2012 zog es sie nach Vancouver (Kanada), sie machte ihre Masterarbeit und begann eine Doktorarbeit, die sie nicht beendete, weil sie mit der dortigen Wissenschaftspolitik nicht zufrieden war. Mit der Hoffnung, in Deutschland bessere Bedingungen zu finden, kam Brenker 2012 nach Freiburg, wo sie erneut eine Doktorarbeit begann.

Optogenetische B-Zell-Aktivierung am Mikroskop

Auch hier stand die Promotion unter keinem guten Stern. Die Voraussetzungen für ihre Forschung waren suboptimal: Sie war

zu der Zeit die Einzige, die in der Arbeitsgruppe optogenetisch arbeitete, und musste alles selbst herausfinden, da es keine etablierte Methode zur Analyse zellulärer Systeme gab. Thematisch untersuchte sie den Einfluss des SYK-Enzyms (Spleen Tyrosine Kinase) auf die B-Zell-Regulierung und generierte für den optogenetischen Part SYK-Konstrukte, die mit Licht aktiviert werden konnten. Die induzierte Konformationsänderung der Kinase bewirkt in der B-Zelle eine Calciumausschüttung, die als Signal für ihre Aktivierung gilt.

Mühsam war es für Brenker, die Zellen am Fluoreszenzmikroskop zu stimulieren und deren Calciumausschüttung zu messen. Wegen der Gefahr des Fremdlichts und der Überhitzung der Proben musste sie im Dunkeln und in der Kälte ausharren und hatte doch nach hohem Zeitaufwand nur wenige Zellen analysiert. Einfacher und genauer ließ sich die Calciumänderung für jede einzelne Zelle am Durchflusszytometer messen. So kombinierte die Forscherin Optogenetik und Zytometrie, um in kurzer Zeit mehr Zellen charakterisieren zu können. Später erinnert sie sich, dass dies im Grunde die Basis für das erste Patent war. Das größte Problem war jedoch der Mangel an guten Belichtungsgeräten. Durch die inhomogene Belichtung waren die Ergebnisse schlecht reproduzierbar.

Patentanmeldung aus Verzweiflung

In der Zeit baute Brenker mit eigenen Forschungsgeldern die ersten Belichtungsgeräte für ihre Arbeit. Auf einer Konferenz 2015 riet ihr jemand, die Erfindung patentieren zu lassen, und allein die Unzufriedenheit über ihre Doktorarbeit ließ sie darüber nachdenken. Denn es gab nichts Geeignetes auf dem Markt, was die kontrollierte Zuführung von Licht zur Probe ermöglichte, ohne dass die Zellen erhitzt und abgetötet wurden. Gemeinsam mit der Werkstatt des Instituts für Biologie III der Universität Freiburg erfand die Wissenschaftlerin den ersten Prototypen des heutigen pxONE: Einen kleinen zylindrischen Adapter, der, um das Probenröhrchen am Durchflusszytometer angebracht, eine radiale Belichtung der Zellen mit LEDs bei gleichbleibender Temperatur mit einer Wasserkammer bewirkt.

„Die Revolution der Erfindung besteht darin, dass man Belichtung und Temperierung in diesen kleinen Raum packt“, erklärt Brenker. Mithilfe einer Software lässt sich die Probe mit definierten Wellenlängen optogenetisch induzieren und zeitgleich im Zytometer analysieren. Die Ergebnisse lassen sich dann live am Bildschirm mitverfolgen. „Jetzt dauert die Messung fünf Minuten, und die Analyse mit ein bisschen Übung zwei Minuten“, erklärt die Firmengründerin.

Derzeit machen Becker und ihr Mitgründer Luis Köbele, der für die Entwicklung der Optogenetik-Hardware verantwortlich ist, noch viel selbst. Die zu bewältigenden Herausforderungen sind mannigfaltig: Firmenaufbau,

Teambildung und Prozessoptimierung – wer macht was, und wofür wird jemand neu eingestellt? Auch die Preisgestaltung ist schwierig, da die Produktionskosten zunächst unterschätzt wurden. In der eigenen Werkstatt werden die Geräte von den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen zwar direkt hergestellt, aber in den Endpreis müssen auch noch Verpackung, Transport und Zollgebühren eingerechnet werden.

Maßgeschneiderte Belichtungsgeräte für jedes Experiment

Die ersten pxONEs sind bereits verkauft, je 6.000 Euro das Stück. Ein zweites Produkt, das optoWELL, läuft noch besser: Das Plattenbelichtungsgerät wurde schon über 30-mal verkauft. Es ermöglicht eine flexible Belichtung für 24-Well-Platten mit drei anpassbaren Wellenlängen bei minimaler Erwärmung. Im Gegensatz zum pxONE, das vor allem von einer kleinen Community aus optogenetisch arbeitenden Expertinnen und Experten für Zytometrie genutzt wird, hat das optoWELL eine breitere Anwendungspalette und wird von Zellbiologinnen und -biologen, Chemikerinnen und Chemikern sowie Neurologinnen und Neurologen verwendet.

Mit dem optoSORT ist ein drittes Produkt kurz vor der Markteinführung, das insbesondere für klinische Anwendungen wie der personalisierten Therapie interessant ist. Mit einem Spannungsfeld können effizient bestimmte Immunzellen herausortiert werden, die für die Immunantwort der Patientinnen und Patienten optimal sind.

Der Clou all dieser Geräte ist die dahinterstehende Software, mit der sich die Belichtung entweder direkt und individuell oder per festgelegtem Protokoll steuern lässt. „Dadurch ist der Versuchsaufbau komplett standardisiert, und Forscherinnen und Forscher irgendwo auf der Welt können zu gleichen Bedingungen identische Experimente machen, was sehr gut reproduzierbare Daten liefert“, sagt Brenker. „Wir werden zukünftig eine hybride Strategie fahren und neben maßgeschneiderten Geräten auch ein paar Standardgeräte anbieten, die wir vorproduzieren können“, plant sie. Die Idee ist, zum Inbegriff für Belichtungsgeräte in der optogenetischen Forschung zu werden, indem opto biolabs das ganze Labor darauf abstimmt, die Werkzeugpalette stetig erweitert und Adaptionen an alle Geräte, die verwendet werden, anbietet. Brenker würde jederzeit wieder eine Firma gründen und rät allen, die Ähnliches vorhaben, sich nicht durch hierarchische Strukturen in der Wissenschaft oder der Darstellung in den sozialen Medien entmutigen zu lassen. „Die Arbeitsgruppenleiter und -leiterinnen müssten auch stärker den Nachwuchsforscherinnen und -forschern vermitteln, dass ihre Arbeit wertvoll ist, egal, wie weit unten sie in der Hierarchie sind“, meint sie. „Und ich wünsche mir mehr Transparenz darüber, dass wir keine Superheld/-innen sind, sondern normale Leute, die es gewagt haben und Glück hatten.“

Stephanie Heyl



Unter Leitung von Privatdozentin Dr. Ina Oehme wird am Hopp-Kindertumorzentrum Heidelberg die Wirkung verschiedener Medikamente an patientenspezifischen Miniaturtumoren getestet.
© Tobias Schwerdt/KiTZ

Wirkstoffsuche

Arzneimittelscreening für krebskranke Kinder

Erleiden an Krebs erkrankte Kinder und Jugendliche einen Rückfall, dann schlagen die Standardmedikamente häufig nicht mehr an. Um den Betroffenen neue Therapiemöglichkeiten zu eröffnen, züchteten Forscher/-innen individuelle Miniaturtumoren, an denen sie innerhalb weniger Wochen eine Vielzahl von Arzneimitteln auf ihre Wirksamkeit untersuchen konnten.

Jedes Jahr erkranken in Deutschland laut der Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie e. V. (GPOH) mehr als 2.000 Kinder und Jugendliche an Krebs. Obwohl die Heilungschancen etwa 80 Prozent betragen, sind bösartige Tumoren nach Rückfällen die zweithäufigste Todesursache in dieser Altersgruppe. Ein Drittel der jungen Patientinnen und Patienten leidet an Leukämien (Blutkrebs), gefolgt von Hirntumoren (24 Prozent) und malignen Veränderungen des lymphatischen Systems (Lymphome, 14 Prozent). Auch

Tumoren der Weichteile, des Nervensystems (Neuroblastome) und der Nieren sind mit jeweils ungefähr 5 Prozent relativ häufig. Karzinome hingegen, also Krebserkrankungen, die vom Epithelgewebe in Haut und Schleimhäuten verschiedener Organe ausgehen, kommen sehr selten vor, während sie bei Erwachsenen mehr als 90 Prozent der Fälle ausmachen. Die Behandlung von Kindern und Jugendlichen erfordert dementsprechend spezielle Therapiekonzepte.

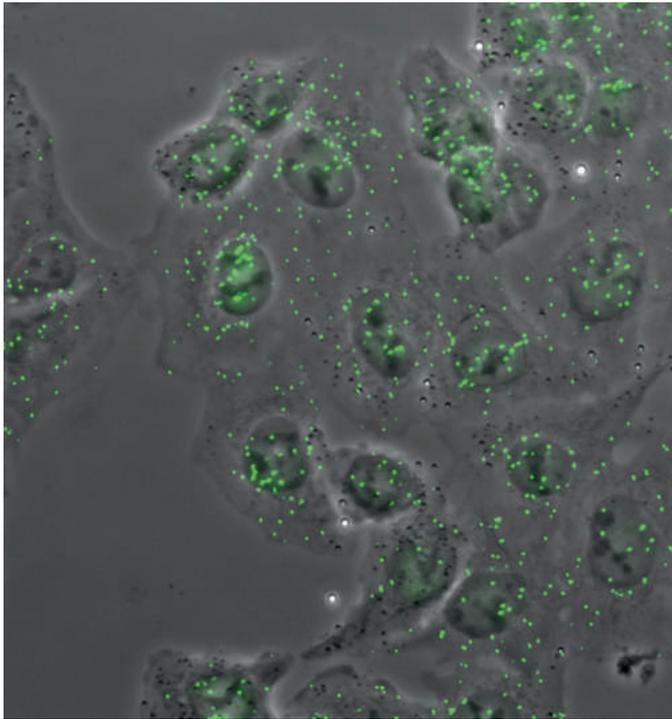
INFORM-Register für rückfällige Patientinnen und Patienten

Am Hopp-Kindertumorzentrum Heidelberg (KiTZ), einer gemeinsamen Einrichtung des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ), des Universitätsklinikums Heidelberg (UKHD) und der Universität Heidelberg, werden die Betroffenen umfassend versorgt und erhalten bei Bedarf einen individuellen Therapieplan. Das Zentrum erforscht zudem intensiv die Biologie der kindlichen Krebserkrankungen, um neue Behandlungskonzepte zu entwickeln. Denn noch immer stirbt ein Fünftel der Erkrankten, weil die Tumorzellen durch die vorhandenen Therapien nicht vollständig eliminiert werden können. Im Jahr 2015 wurde deshalb INFORM (INDividualized therapy FOrelapsed Malignancies in Childhood, also: Individualisierte Therapie für Rückfälle von bösartigen Tumoren bei Kindern) ins Leben gerufen, ein länderübergreifendes Genomsequenzierungsprogramm für Kinder mit Krebs unter dem Dach der GPOH, das am KiTZ koordiniert wird. „In dieses Programm werden hauptsächlich Kinder aufgenommen, die einen Rückfall erlitten haben. Die intensive Erstbehandlung kann molekulare Veränderungen im Tumor verursachen, sodass die Standardtherapien bei einem Wiederauftreten keine Wirkung mehr zeigen“, erläutert Privatdozentin Dr. Ina Oehme, Gruppenleiterin am KiTZ und stellvertretende Leitern der Klinischen Kooperationsseinheit Pädiatrische Onkologie. „Mithilfe der Erbgutanalyse besteht die Möglichkeit, molekulare Angriffsziele zu identifizieren und eine individuell zugeschnittene Behandlung zu entwickeln.“ Bisher wurden 2.500 Patientinnen und Patienten von 100 Zentren aus 13 Ländern ins INFORM-Register aufgenommen.

Patientenspezifische Miniaturtumoren ermöglichen Medikamententestung

Ergänzend zur Genomanalyse werden die in diesem Rahmen entnommenen Frischgewebeproben seit einiger Zeit für wenige Tage im Labor kultiviert und zu patientenspezifischen Miniaturtumoren angezüchtet. In einer im Dezember 2022 in dem renommierten Fachjournal NPJ Precision Oncology erschienenen Studie konnte Oehme zusammen mit anderen Forscher/-innen verschiedener europäischer Kliniken zeigen, dass diese Miniaturtumoren gut geeignet sind, die individuelle Wirksamkeit vieler unterschiedlicher Medikamente zu testen.

Dr. Ruth Meßen-Franz



Im Nachweisverfahren wird der Aktivitätsstatus von Signalmolekülen sichtbar gemacht. © NMI

Detektion

KI-gestützte Diagnostik sagt Lungenkrebs den Kampf an

Ein Team aus baden-württembergischen Expertinnen und Experten hat sich zusammengeschlossen, um ein neuartiges, KI-gestütztes Testverfahren zu entwickeln, das in Zukunft individualisierte Therapieansätze bei Lungenkrebs erlauben soll.

Lungenkrebs zählt in Deutschland zu den häufigsten Krebserkrankungen und weist gleichzeitig eine besonders hohe Sterberate auf. Das liegt unter anderem daran, dass bei Lungentumoren häufig eine Arzneimittelresistenz vorliegt, die den Erfolg einer Chemotherapie verhindert. Dies zeigt deutlich, dass ein großer Bedarf an neuen diagnostischen Ansätzen vorliegt, die den besonderen Herausforderungen eines Lungenkarzinoms Rechnung tragen. „Die häufigste Art von Lungenkrebs ist das sogenannte nicht-kleinzellige Bronchialkarzinom (non small cell lung carcinoma, NSCLC), das zugleich die häufigste Todesursache unter den Krebserkrankungen darstellt. Gleichzeitig weist das NSCLC eine hohe Tendenz zu einer tumorzeleigenen Arzneimittelresistenz auf. Das heißt, dass die in der Klinik eingesetzten

Chemotherapeutika hier häufig nicht die gewünschte Wirkung zeigen“, erklärt Dr. Martin Kriebel vom NMI (Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut in Reutlingen). Er ist Molekular- und Neurobiologe und als Projektleiter am NMI tätig. Gemeinsam mit dem Team von Sergey Biniaminov, Geschäftsführer des KI-Unternehmens HS Analysis aus Karlsruhe, und dem Schwarzwald-Baar Klinikum in Villingen-Schwenningen entwickelt er deshalb im Rahmen des Förderprojekts IDOL ein innovatives, KI-basiertes Testverfahren, das in Zukunft die Vorhersage von Resistenzen erlauben soll. Das Projekttakronym IDOL steht für „KI-basierte Diagnostik des Lungenkarzinoms zur Unterstützung personalisierter Therapieentscheidungen“.

Das Vorhaben wird für zwei Jahre im ZIM-Programm (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz mit 400.000 Euro gefördert. Das Gesundheitsnetzwerk BioLAGO e. V. konnte den Kontakt zwischen den Projektpartnern herstellen.

Erste Projekterfolge: Positive In-vitro-Daten liegen vor

In dem 2021 gestarteten Projekt übernimmt das Schwarzwald-Baar Klinikum die Rekrutierung und Klassifizierung betroffener Patientinnen und Patienten und stellt Probenmaterial aus dem Gewebe von Tumoren bereit, die dem NSCLC zuzuordnen sind. Anhand dieser Proben wird das NMI ein kombiniertes histologisches Verfahren zur Detektion einer Arzneimittelresistenz bei Lungenkrebs erproben.

„Im ersten Projektjahr ist es uns am NMI bereits gelungen, das angestrebte Nachweisverfahren an Modellzelllinien zu etablieren. Es liegen uns damit erste positive In-vitro-Daten vor“, beschreibt Kriebel die aktuellen Erfolge aus dem Projekt IDOL. Diese In-vitro-Daten sind ein erster Beleg für die Funktionalität des Testverfahrens und somit Wegbereiter für die Anwendung des Nachweisverfahrens an relevantem histologischem Probenmaterial aus der Klinik.

KI-System unterstützt bei fundierter Therapieentscheidung

Das am NMI erarbeitete histologische Nachweisverfahren wird in einem nächsten Schritt von den KI-Expertinnen und -Experten der HS Analysis aufgenommen und in eine automatisierte KI-gestützte, quantitative Bildanalyse eingespeist. Ziel ist es, ein neuartiges bild- und KI-basiertes Verfahren zu entwickeln, das komplexe biomedizinische Vorgänge auf Zellebene messbar macht. Zum Ende der Förderphase 2024 wollen die Projektpartner einen ersten Demonstrator entwickelt haben, der die zweifelsfreie Wirkungsweise des neuen KI-basierten Verfahrens belegt. Der nächste entscheidende Schritt wird dann die Überführung in den Markteintritt durch die HS Analysis GmbH sein, sodass das innovative Testsystem in Zukunft flächendeckend zum Einsatz kommen kann.

Eva Botzenhart-Eggstein



Screening verschiedener Versionen des holzähnlichen Werkstoffs. © Johannes Falkenstein, Uni Freiburg

Innovative Materialien

Mit programmierbaren Bakterien „Holz“ neu erfinden

Möbel und andere Gegenstände aus holzähnlichem Material mithilfe von Mikroorganismen herstellen und damit die zwar nachwachsende, aber dennoch endliche Ressource Holz schonen: Dies erarbeitet ein Team von Forscher/-innen der Universität Freiburg und des Leibniz-Instituts für Neue Materialien (INM) in Saarbrücken im Projekt DELIVER. Ziel ist eine Datenbank mit hunderten Materialien unterschiedlichster kontrollierbarer Eigenschaften, die je nach gewünschter Anwendung aus Holzabfällen hergestellt werden können.

Was sich fantastisch anhört, funktioniert tatsächlich: In Vorarbeiten konnten Forscher/-innen des Exzellenzclusters CIBSS – Centre for Integrative Biological Signalling Studies – der Universität Freiburg mithilfe von Ansätzen der synthetischen Biologie bereits zeigen, dass es möglich ist, Bakterien so zu programmieren, dass sie Proteine bilden, mit denen aus Holzabfällen – etwa Sägespänen oder landwirtschaftlichen Reststoffen – holzähnliche Materialien hergestellt werden können. Die daraus entstehenden Biokomposite sind damit zu 100 Prozent natürlichen Ursprungs – also nachhaltig und recycelbar, und sie beinhalten zudem biologisch unbedenklich abbaubare Klebstoffe – und können je nach

Anwendung mit den gewünschten Materialeigenschaften kontrolliert erzeugt werden.

Dass dies keine biologische Spielerei ist, sondern dringend nötig, zeigen uns vor allem die letzten Jahre: Holz ist zwar ein nachwachsender Rohstoff, und Wälder machen in Deutschland gut ein Drittel der Fläche aus. Allerdings ist diese Ressource begrenzt und noch dazu durch den Klimawandel zunehmend bedroht.

Andererseits gilt Holz als eines der Materialsysteme der Zukunft und ist derzeit schon einer der meistgenutzten natürlichen Werkstoffe. Auch aus Holz hergestellte Verbundwerkstoffe machen im Bau- und Möbelbereich einen entscheidenden Anteil aus. Eine ökologisch verträglichere Alternative zu diesen herkömmlichen Holzverbundstoffen, die ebenso multifunktional und robust mit entsprechenden mechanischen Eigenschaften sind, wäre äußerst wünschenswert. Aus diesem Grund wird schon seit einiger Zeit an nachhaltigeren Möglichkeiten geforscht, etwa an pilzbasierten Alternativen. Nachteil war bisher – ebenso wie die begrenzten Eigenschaften – die lange Wachstumsperiode.

Aus Bakterien und Holzabfällen wird neuer Werkstoff für Möbel und mehr

An der Fakultät für Biologie der Universität Freiburg und am CIBSS forscht die Arbeitsgruppe Synthetische Biologie von Prof. Dr. Wilfried Weber, die im Sommer ans INM nach Saarbrücken umzieht, schon seit Jahren an Biomaterialien, zunächst an Hydrogelen und Nanomaterialien für die Diagnostik. „Auf diesem Gebiet sind programmierbare Organismen und optisch steuerbare Eigenschaften am Institut schon gut etabliert“, berichtet Dr. Manuel Finkbeiner, Postdoc in Webers Team. „Warum nicht übertragen auf Baumaterialien?“, stellte sich die Frage. Also beides

kombinieren – die synthetische Biologie und den Werkstoff Holz –, um daraus ein biologisches Verbundmaterial zu entwickeln.“

Vor diesem Hintergrund entstand die Idee für ein groß angelegtes Projekt zur Entwicklung von neuen nachhaltigen, holzbasierten Materialien an der Universität Freiburg: DELIVER (Data-driven Engineering of Sustainable Living Materials), an dem die Exzellenzcluster CIBSS und livMatS (Living, Adaptive and Energy-autonomous Materials Systems) mit zahlreichen Forscher/-innen beteiligt sind. Am Ende sollen Bioverbundstoffe stehen, deren Eigenschaften maßgeblich von programmierbaren Mikroorganismen im Material beeinflusst werden. Damit kann nicht nur die Ressource Holz, sondern auch die Umwelt geschont werden. Denn der neue holzähnliche Werkstoff entsteht mit bakteriellen Proteinen als Klebstoff auf einer völlig biologischen Basis und kann nach Gebrauch komplett recycelt werden. Die biologischen Klebstoffe bauen sich in der Natur bedenkenlos ab, oder das gesamte Produkt kann problemlos der thermischen oder biologischen Verwertung zugeführt werden. Ganz im Gegensatz zu vielen bisherigen Werkstoffen aus Holz, in denen Kleber auf petrochemischer Basis verarbeitet sind und die dann als Sondermüll gelten.

Mithilfe von Optogenetik Materialeigenschaften steuern

Ausgangsstoff für das neuartige Holzmaterial sind Reststoffe: „Bisher haben wir Späne aus Fichtenholz sowie eine Mischung aus Buchen- und Eschenholz getestet, die zum Beispiel im Sägewerk anfallen“, berichtet Rosanne Schmachtenberg, Doktorandin aus Webers Arbeitsgruppe. Die Späne werden zunächst gesiebt, sodass eine einigermaßen homogene Fraktion entsteht. Dann werden lebende Zellen dazugegeben – als Beispiel: Bakterien der Spezies *Escherichia coli* –, die so programmiert wurden, dass sie den notwendigen „Kleber“ auf Naturbasis herstellen und die Holzfasern zu einem neuen Werkstoff vernetzen. „Das sieht in etwa so aus wie nasser Sand“, erklärt Johannes Falkenstein, Wissenschaftler im Team. „Diese Mischung kann man in beliebig große Formen pressen. Dann wird das Ganze im Backofen oder Trockenschrank getrocknet, wobei das Material aushärtet und die Bakterien abgetötet werden. Heraus kommt ein Material, das so ähnlich aussieht wie eine Pressspanplatte.“

Hinzu kommen weitere Variationsmöglichkeiten durch Methoden der Optogenetik: „Je nach Wellenlänge des Lichts und eingesetztem Fotorezeptor lässt sich die Genaktivität der Mikroorganismen so beeinflussen, dass man die Materialeigenschaften des Produkts steuern kann. Man kann die Objekte auch nur teilweise dem Licht aussetzen und erhält dann Zonen mit unterschiedlichen Eigenschaften, also ein anisotropes Material“, erklärt die Doktorandin. „Das heißt, dann könnte der beleuchtete Teil fester, der unbeleuchtete Teil poröser ausfallen.“ So ist die Anzahl der Variationsmöglichkeiten je nach Wahl und Kombination der Versuchsbedingungen enorm groß.

Das Ergebnis ist ein stabiles und sehr nachhaltiges holzähnliches Material für vielerlei Anwendungen. So sind in den Vorarbeiten schon eine Reihe von Demonstratoren für Gegenstände des Alltags entstanden, beispielsweise ein Hocker oder ein Schrank. „Derzeit testen wir Formen für größere Bretter und arbeiten auch mit lokalen Schreinereien zusammen, die testen, was man noch alles daraus machen könnte“, sagt Falkenstein.

Künstliche Intelligenz behält den Überblick – Variationsmöglichkeiten enorm

Dank DELIVER soll es aber nicht nur bei den Vorarbeiten bleiben: Im Projekt soll nun eine Vielzahl an Bedingungen, etwa für Bakterienwachstum und optogenetische Steuerung, aber auch verschiedene Mikroorganismenspezies oder Holzabfälle getestet werden. „Wir wollen verschiedene Bakterien, aber auch Hefen untersuchen und herausfinden, was sich am besten eignet“, berichtet Finkbeiner. „Vielleicht erweist sich ja auch eine Mischung als besonders produktiv. Wir starten nun sehr viele Kombinationsexperimente.“

Die geplante Zahl an Experimenten und die damit einhergehenden Möglichkeiten, also Versuchsbedingungen und die damit verknüpften Materialeigenschaften, sind enorm. Damit die Forscher/-innen hier den Überblick behalten, kommen Methoden des maschinellen Lernens zum Einsatz, um durch Modelle neue Materialeigenschaften vorherzusagen, Beziehungen zwischen genetischem Programm und Materialeigenschaft zu dokumentieren, aber auch die Experimente sinnvoll zu planen. „Am Ende soll eine Materialbibliothek mit allen möglichen Kombinationen entstehen, aus der man dann passgenau ermitteln kann, was man für die gewünschte Anwendung braucht“, so der Postdoc. „Dadurch kann man die Materialien ganz gezielt und passgenau herstellen.“ Die Bioverbundwerkstoffe werden sich in einer ganzen Reihe von Eigenschaften unterscheiden, etwa in der Härte, der Flexibilität oder auch in der Farbe. „Das kann man theoretisch weit treiben“, meint er. „Denkbar wären auch ganz spezifische Eigenschaften, z. B. in Form von feuerfesten Materialien oder Beschichtungen.“

Konkret stehen nun erst einmal logistische Arbeiten an. „Wir sind noch relativ am Anfang“, so Finkbeiner. „Jetzt werden zunächst Abläufe entwickelt, vor allem mit den anderen Gruppen. Viele Fragen sind zu klären: Beispielsweise, wie Materialien übergeben oder Ergebnisse kommuniziert werden.“ Es werde aber in jedem Fall am Ende des Projekts ein konkretes, praxistaugliches Material stehen, so die Forscherin und der Forscher: „Bestimmt noch nicht im großen Maßstab, aber das System soll in Grundzügen erarbeitet sein. Und wir sind natürlich im Gespräch mit der Möbel- und Biotechnologieindustrie, um auszuloten, welche Felder am besten zu uns passen würden und welche Anwendungen sich für die Zukunft noch anbieten.“

Dr. Petra Neis-Beeckmann



Dr. Kerstin Hermuth-Kleinschmidt setzt sich als Inhaberin der NIUB-Nachhaltigkeitsberatung für mehr Nachhaltigkeit in der Life-Sciences-Branche ein. © Dr. Kerstin Hermuth-Kleinschmidt

Experteninterview

Weil jedes Zehntelgrad weniger an Erderwärmung zählt: Nachhaltigkeitsmaßnahmen im Labor

Der Energie- und Ressourcenverbrauch in der Life-Sciences-Branche ist enorm. Deshalb muss hier dringend ein Umdenken einsetzen. Doch wie und an welcher Stelle können Nachhaltigkeitsmaßnahmen im Labor sinnvoll zum Einsatz kommen, ohne dass die Qualität der Forschungsergebnisse leidet? Dies verrät Dr. Kerstin Hermuth-Kleinschmidt, Inhaberin der NIUB-Nachhaltigkeitsberatung aus Freiburg, im Interview mit der BIOPRO.

Frau Dr. Hermuth-Kleinschmidt, was war Ihre Motivation, sich mit Ihrem Unternehmen für mehr Nachhaltigkeit im Labor starkzumachen, und welche Voraussetzungen bringen Sie hierfür mit?

Zunächst habe ich Chemie in Freiburg studiert und danach im Bereich Mikrobiologie promoviert. Anschließend war ich in der Industrie im Vertrieb und dann auch im technischen Support tätig. Durch die Geburt meiner beiden Kinder ist das Thema Nachhaltigkeit für mich persönlich immer mehr in den Fokus gerückt. Deshalb habe ich nach einer Weiterbildung in den Bereichen Umweltmanagement und Umweltökonomie schließlich die NIUB-Nachhaltigkeitsberatung gegründet, die Life-Sciences-Unternehmen und Forschungseinrichtungen bei der Implementierung von Nachhaltigkeitsprozessen begleitet. So kombiniere ich mein Fachwissen aus Wissenschaft und Industrie mit dem Wunsch, einen sinnvollen Beitrag zu mehr Umweltschutz und Nachhaltigkeit in unserer Gesellschaft zu leisten.

Nachhaltigkeit ist ein Sammelbegriff, der viele unterschiedliche Maßnahmen zum bewussten Umgang mit Ressourcen bündelt. Wie definieren Sie Nachhaltigkeit im Labor?

Nachhaltigkeit umfasst immer die drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie und soziale Aspekte. Ziel von Nachhaltigkeitsanstrengungen muss es sein, diese drei Dimensionen in Einklang zu bringen. In der Laborarbeit rücken zudem zwei weitere wichtige Gesichtspunkte in den Fokus: Sicheres Arbeiten und die Gewährleistung der Qualität von Forschungsergebnissen. Nur wenn die Ergebnisse reproduzierbar sind und Qualitätskriterien wie Sensitivität, Selektivität und Genauigkeit eingehalten werden, ist die Implementierung von Nachhaltigkeitsmaßnahmen sinnvoll.

Dies lässt sich am besten am Beispiel der Liquid Chromatography (LC) erläutern: Durch den Umstieg auf miniaturisierte Techniken wie Mikro- und Nano-LC-Säulen wird der Einsatz von gefährlichen Lösungsmitteln massiv reduziert. Dadurch werden Einkaufs- und Entsorgungskosten minimiert, und durch die Arbeit mit viel geringeren Mengen an möglicherweise toxischen Chemikalien wird gleichzeitig die Sicherheit erhöht. Die Technik ist mittlerweile so ausgereift, dass die angesprochenen Qualitätskriterien eingehalten werden.

Wo verbergen sich die wichtigsten ökonomischen und ökologischen Stellschrauben für umweltbewusstes Handeln im Laboralltag?

Im Gerätemanagement lassen sich Nachhaltigkeitsmaßnahmen sehr gut umsetzen. Ich lege hier das Augenmerk

in erster Linie auf Großgeräte wie zum Beispiel Gefrierschränke. Hier bewirkt ein Anheben der Temperatur auf -70 °C statt -80 °C eine Energieersparnis, die je nach Gerät zwischen 20 und 35 Prozent liegen kann. Bei der Beschaffung von Neugeräten sollte zudem nicht der Anschaffungspreis im Fokus stehen, sondern die Betrachtung der Lebenszykluskosten. Vermeintlich in der Beschaffung preisgünstige Geräte können einen hohen Energieverbrauch aufweisen, was der Umwelt schadet und sie auf Dauer unwirtschaftlich macht. Zudem sollte im Labor auf den bewussten Gebrauch von Chemikalien, Lösungsmitteln und anderen Verbrauchsmaterialien geachtet werden. Dies spart nicht nur Geld im Einkauf, sondern verringert auch die Entsorgungskosten.

Worin bestehen die größten Herausforderungen für Life-Sciences-Unternehmen und Forschungseinrichtungen bei der Implementierung von Nachhaltigkeitsstrategien?

Wissenschaft lebt von reproduzierbaren Ergebnissen. Wenn eine Methode etabliert ist, wird sie nicht ohne Not geändert. Das gilt vor allem für diagnostische Laboratorien, deren Abläufe und Prozesse validiert sind. Hier sind Änderungen oft schwer umsetzbar und mit einem sehr großen Aufwand verbunden – aber auch hier gibt es Möglichkeiten. Zudem sind Zeit- und Personalknappheit ein großes Problem. Denn um Nachhaltigkeitsstrategien zu implementieren, sollte zunächst eine Analyse durchgeführt werden, die offenlegt, an welchen Stellen die größten negativen Einflüsse auf die Umwelt auszumachen sind. Auf Basis dieser Bestandsaufnahme kann dann ein Aktionsplan für mehr Nachhaltigkeit erarbeitet werden. Dies braucht Zeit und ein Team von Leuten, die sich intensiv mit dem Thema auseinandersetzen. Aber am Ende profitiert das Labor, indem Routinen etabliert werden, die nicht nur Ressourcen sparen, sondern auch den Alltag einfacher machen können.

Welche Vorteile ergeben sich für Unternehmen, wenn Nachhaltigkeitsmaßnahmen in den Laboralltag integriert werden?

Angetrieben durch die derzeitige Energiekrise, haben viele Labore zahlreiche Schritte zur Energieeinsparung eingeleitet, weil sie Kosten sparen müssen. Gleichzeitig sind diese Maßnahmen auch aus ökologischer Sicht sinnvoll – und damit eine typische Win-win-Situation. Neben finanziellen Aspekten steigert der nachhaltige Umgang mit Ressourcen aber auch die Attraktivität als Arbeitgeber. Für immer mehr Menschen wird das Nachhaltigkeitsthema auch im beruflichen Kontext wichtiger, und Unternehmen, die darauf achten, werden bevorzugt.

Können Sie konkrete Tipps oder Beispiele nennen, wie durch einfache Maßnahmen Veränderungen erzielt werden können?

Es gibt zahlreiche Mittel, die jedes Labor umsetzen kann. Dabei habe ich die Erfahrung gemacht, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter meist hochmotiviert sind, Umweltschutzmaßnahmen umzusetzen. Ein alltägliches Beispiel ist der Wasserverbrauch. Um einen Liter Laborwasser aufzubereiten, werden im Durchschnitt drei bis fünf Liter Leitungswasser gebraucht. Dieses Wasser wird nicht nur in Experimenten eingesetzt, zum Beispiel für Pufferlösungen, sondern wird auch für Geräte wie Autoklaven oder Spülmaschinen in großen Mengen genutzt. Es ist deshalb wichtig, darauf zu achten, solche Geräte wirklich nur voll beladen laufen zu lassen.

Auch der Plastikmüll, der in Laboren anfällt, ist enorm. Hier sollte überlegt werden, ob bei einzelnen Gefäßen eine wiederverwendbare Alternative aus Glas zum Einsatz kommen kann, oder ob eine Wiederverwendung für nicht-kritische Bereiche möglich ist. Des Weiteren gibt es spezielle Recyclingprogramme, die beispielsweise Zellkulturflaschen und Pipettenboxen zurücknehmen und wieder dem Recyclingstrom zuführen. Und auch die Digitalisierung kann helfen. So können etwa bei Kühleinheiten wichtige Parameter wie Temperatur, Energieverbrauch und Türöffnungszeiten elektronisch überwacht werden, um daraus Maßnahmen für ein nachhaltigeres Gerätemanagement abzuleiten.

Welche Nachhaltigkeitsziele müssen in der Gesundheitsindustrie umgesetzt werden, um unsere Ressourcen dauerhaft zu bewahren und so auch den wirtschaftlichen Erfolg in der Zukunft zu sichern?

Die Gesundheitsindustrie leistet einen wichtigen Beitrag zum Wohlergehen unserer Gesellschaft. Gleichzeitig müssen wir uns aber auch fragen, welchen negativen Impact die Branche auf die Umwelt hat, und wie wir diesen verringern können. Ein wichtiges Anliegen ist es mir deshalb, ein Umdenken in Produktion und Konsum einzuleiten. So müssen wir die Reduktion von Abfall und eine Effizienzsteigerung in der Kreislaufwirtschaft in den Fokus nehmen. Verpackungsmaterialien müssen geändert und umweltfreundlicher gestaltet werden. Neue Recyclingkonzepte müssen entwickelt werden. Die Health-Care-Industrie ist für 4,4 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Deshalb müssen die Reduktion des Energieverbrauchs und der Umstieg auf erneuerbare Energien in den kommenden Jahren weiter vorangetrieben werden. Wir haben jetzt noch die Chance, etwas zu verändern und Schaden abzuwenden – und die Wissenschaft selbst sagt, dass jedes Zehntelgrad Erderwärmung, das wir vermeiden können, einen Unterschied macht.

Eva Botzenhart-Eggstein



(v.l.n.r.) Prof. Dr. Ralf Kindervater (BIOPRO Baden-Württemberg), Dr. Jörg Traub (Forum MedTech Pharma e. V.), Dr. Julian Lotz (BIOVOX Connect)
© Forum MedTech Pharma e. V.

Gemeinsam Veränderungen anstoßen Nachhaltigkeit in der Medizintechnik-Branche

Die Medizintechnik-Branche beschäftigt sich zunehmend mit dem Thema Nachhaltigkeit in all seinen Facetten. Nach energetischen Themen rücken auch Material, Verpackung und Recycling zunehmend in den Fokus – nicht zuletzt aufgrund von gesetzlichen Rahmenbedingungen. Die BIOPRO unterstützt die baden-württembergischen Unternehmen auf diesem Weg und setzt wichtige Impulse.

Das Gesundheitssystem wird durch die Folgen des Klimawandels wie zunehmende Hitzeperioden stärker belastet werden. Gleichzeitig ist der Gesundheitssektor selbst weltweit für 4,4 Prozent der klimaschädlichen Emissionen verantwortlich (Studie von Health Care Without Harm) – im globalen Länderranking wäre er damit der fünftgrößte Emittent der Welt. Aus diesen Gründen ist der Wandel zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise für den Gesundheitssektor unerlässlich.

Rund 71 Prozent der durch den globalen Gesundheitssektor ausgestoßenen CO₂-Emissionen lassen sich auf die Herstellung

und den Transport von Arzneimitteln sowie medizintechnischen Produkten zurückführen. Kann dieser schwierige Spagat gelingen, Nachhaltigkeit in Einklang mit einer ausreichend guten Patientenversorgung inklusive der Sicherstellung von Qualität und Sicherheit von Medizinprodukten zu bringen?

Die BIOPRO Baden-Württemberg ist davon überzeugt und möchte als Landesagentur die baden-württembergische Medizintechnik-Branche bei diesem herausfordernden Weg unterstützen. In einem ersten Schritt ist die BIOPRO daher in einen intensiven Austausch mit einigen Medizintechnikunternehmen aus „THE LÄND“ getreten, um gemeinsam Herausforderungen und mögliche Lösungsansätze für eine nachhaltige Entwicklung zu identifizieren.

Studie „Erfolgsfaktor Nachhaltigkeit: Ökodesign und Kreislaufwirtschaft in der Medizintechnik“

Basierend auf den geführten Interviews mit den Unternehmen konzipierte die BIOPRO im April 2022 eine Veranstaltung, bei der anhand von vier thematischen Linien Ideen und Ansätze für mehr Nachhaltigkeit diskutiert wurden. Die Ergebnisse veröffentlichte die BIOPRO im November 2022 in der Studie „Erfolgsfaktor Nachhaltigkeit: Ökodesign und Kreislaufwirtschaft in der Medizintechnik“.

Ökodesign bezeichnet ein ganzheitliches Produktdesign, das zum Ziel hat, die Umweltbelastungen von Medizinprodukten in ihrem Lebenszyklus so gering wie möglich zu halten. Zusätzlich spielt das Prinzip Kreislaufwirtschaft eine wichtige Rolle, um Produkte und Produktbestandteile möglichst lange im Kreislauf zu halten und Bestandteile zu recyceln und/oder wiederzuverwenden.

Inhaltlich fokussiert die Studie sich auf Materialreduktion und Verwendung alternativer Werkstoffe, die Erhöhung der Kreislauffähigkeit von Medizinprodukten sowie die Reduktion und eine Verbesserung der Umweltfreundlichkeit der Produktverpackungen. Die Umsetzung der aufgeführten Punkte, so wird in der Studie betont, werde aber erst durch die Etablierung neuer Geschäftsmodelle ermöglicht, bei denen der Fokus auf einer kollaborativen Wirtschaftsweise liegt: Über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg, von der Zulieferung über die Entwicklung und Herstellung bis hin zu den Kliniken, aber auch bei der Logistik und der Abfallwirtschaft müssen alle beteiligten Akteurinnen und Akteure eng verzahnt zusammenarbeiten.

Allianz für nachhaltige Medizintechnik

Passend zum Stichwort „Zusammenarbeit“ schloss sich die BIOPRO Baden-Württemberg mit zwei anderen Akteuren aus anderen Bundesländern, die ebenfalls die Medizintechnik-Branche in ihren Nachhaltigkeitsbestrebungen unterstützen wollen, zu einer Allianz zusammen: Zu dritt bilden die BIOPRO sowie

Biovox Connect – Das Netzwerk für nachhaltige Medizintechnik mit Sitz in Darmstadt und Forum MedTech Pharma e. V. aus Nürnberg die Allianz für nachhaltige Medizintechnik. Mit der Unterzeichnung eines gemeinsamen Memorandums of Understanding im Rahmen einer Pressekonferenz bekräftigten alle drei Institutionen auf der „MedtecLIVE with T4M“-Messe am 24. Mai 2023 ihre bundesländerübergreifende Zusammenarbeit zur Stärkung einer nachhaltigen Entwicklung der Medizintechnik-Branche in Deutschland.

Ein erstes gemeinsames Zeichen setzt die Allianz mit dem Start einer Online-Veranstaltungsreihe, die abwechselnd von den drei Partnern organisiert und geleitet wird. Im September 2023 setzte die BIOPRO mit „#Rethink Medizintechnik | Reduce, Reuse, Recycle ... oder Entsorgung?“ einen Impuls. Über 100 Teilnehmerinnen und Teilnehmer nutzten die Chance, sich bezüglich Nachhaltigkeit in der Medizintechnik auszutauschen und zu diskutieren.

Laura Schmaltz, Sarah Triller

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

Autorinnen und Autoren dieser Ausgabe:

Eva Botzenhart-Eggstein
Stephanie Heyl
Prof. Dr. Ralf Kindervater
Dr. Ruth Menßen-Franz
Dr. Petra Neis-Beeckmann
Laura Schmaltz
Dr. Anja Segschneider
Sarah Triller
Friederike Zängle

Druck:

Offizin Scheufele Druck & Medien,
Tränkestraße 17, 70597 Stuttgart

Gestaltung:

Designwerk Kussmaul, Weilheim

Bildnachweis:

Seite 2 unten: BIOPRO /
Fotograf: Werner Kuhnle
Seite 2 oben und Seite 3: BIOPRO

Namentlich gekennzeichnete Beiträge 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 durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg.

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH,
Oktober 2023

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