Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Digitalisierung in der Medizintechnik

Inhaltsverzeichnis

1. Digitale medizintechnische Innovationen vorantreiben 2

2. Beispiele aus der Förderung 6

2.1 Herz-Kreislauf-Erkrankungen 8
2.2 Tumorerkrankungen 14
2.3 Neurologische Erkrankungen 20
2.4 Psychische Erkrankungen 26
2.5 Erkrankungen der Sinnesorgane 32
2.6 Erkrankungen des Bewegungsapparates 38

3. Der Weg in die Förderung 44

4. Anhang 48

Geförderte Projekte im Überblick 48

Impressum 53

1. Digitale medizintechnische Innovationen vorantreiben

Die zunehmende Digitalisierung des gesellschaftlichen Lebens verändert die Anforderungen an eine moderne Gesundheitsversorgung und bietet zugleich Chancen für ein effizienteres Gesundheitssystem. Dieses Potenzial gilt es in Deutschland noch stärker zu nutzen. Mit seiner Medizintechnik-Förderung gestaltet das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Digitalisierung der Gesundheitsversorgung aktiv mit.

Für viele Menschen mag die digitale Gesundheitsversorgung noch nach Zukunftsmusik klingen, doch fest steht: Neue medizintechnische Lösungen, die den rasanten Fortschritt der Informationstechnologie nutzen, sind immer mehr auf dem Vormarsch. Diese Entwicklung folgt einem Trend, der bereits vielfach unseren ganz normalen Alltag prägt. Viele Menschen nutzen Fitness-Tracker, Smartwatches oder Gesundheitsapps, die Körper- und Fitnessdaten dokumentieren, an die Einnahme von Medikamenten erinnern oder als elektronische Tagebücher dem Kalorienzählen dienen. Inzwischen sind innovative digitale Ansätze auch in der Medizintechnik verstärkt auf der Agenda.

Effizienz im Gesundheitssystem verbessern

Ein Ziel zahlreicher Innovationsanstrengungen ist es, die Effizienz des Gesundheitssystems mit Blick auf eine bedarfsgerechte Versorgung von Patientinnen und Patienten noch weiter voranzutreiben. Die Digitalisierung ist hierbei ein entscheidender Baustein. Sie kann dazu beitragen, das bereits existierende, qualitativ hochwertige Gesundheitssystem der Bundesrepublik Deutschland noch weiter zu verbessern. Schon heute bieten eine gut ausgebaute Infrastruktur an stationären und ambulanten Versorgungszentren, ein breites Netz an Universitätskliniken, hoch qualifiziertes medizinisches Fachpersonal sowie zahlreiche Rehabilitations- und Pflegeeinrichtungen Patientinnen und Patienten im Krankheitsfall ein etabliertes Versorgungsnetz. Darüber hinaus kann Deutschland auf die hohe Innovationskraft der hiesigen Gesundheitswirtschaft setzen. Eine große Bedeutung spielen dabei Innovationen aus den Entwicklungsabteilungen der vielen kleinen und mittleren Unternehmen, die die deutsche Medizintechnik-Branche prägen und die sich vielfach als wichtige Spieler im globalen Markt etabliert haben.

Bei Neuentwicklungen steht nun die Digitalisierung immer häufiger im Fokus. So werden die Hardware-Komponenten vieler Medizinprodukte oder medizintechnischer Geräte vermehrt durch Software ergänzt und untereinander digital vernetzt. Künstliche Intelligenz (KI) wird genutzt, um lernende Algorithmen zu entwickeln, die aus den eingespeisten Daten Analysen verschiedenster Art hervorbringen – für diagnostische oder therapeutische Zwecke in der Gesundheitsversorgung. Ob als medizinische App, als IT-gestützte Diagnostik, Prothesen aus dem 3D-Druck oder computerassistierte OP-Roboter – die Anwendungsgebiete sind vielfältig und das volle Potenzial noch längst nicht ausgeschöpft. An vielen Entwicklungen wird derzeit geforscht und manches steckt auch noch in den Kinderschuhen. Klar ist jedoch: Als zentraler Innovationstreiber wird die Digitalisierung die Gesundheitsversorgung maßgeblich verändern.

> „Die Digitalisierung wird die Gesundheitsversorgung maßgeblich verändern.“

Digitale Entwicklungen können die Errungenschaften aus Informationstechnologie und Medizintechnik gezielt zusammenführen. Sie besitzen das große Potenzial, die Gesundheitsversorgung effizienter zu gestalten und Diagnostik sowie Therapien entscheidend zu verbessern. Zukünftig sollen schnellere, präzisere und schonendere Verfahren zur Verfügung stehen, die zur Lebensrettung, Behandlung und Heilung von Patientinnen und Patienten dienen oder die Lebensqualität Betroffener sowie ihrer Angehörigen erhöhen. Darüber hinaus kommt es zunehmend darauf an, verschiedene bisher getrennt voneinander arbeitende Produkte und Geräte zu vernetzen, Datenströme zu verbinden und Patientendaten kontinuierlich zu erhe-

ben sowie eine datenschutzgerechte Speicherung und effiziente Analyse zu ermöglichen. Vor diesem Hintergrund entwickeln Medizintechnik-Unternehmen verstärkt Systemlösungen, die verschiedene Produkte und Dienstleistungen gebündelt anbieten.

Von digitaler Diagnostik zur digitalen Therapie

Auf Basis dieser Entwicklungen werden neue digitale medizintechnische Lösungen die Gesundheitsversorgung nachhaltig verbessern. Schon heute hat sich die Digitalisierung über die Versorgungsstufen hinweg – von der Prävention und Diagnose über die Therapie und Nachsorge bis hin zur Rehabilitation und Pflege – in vielen Bereichen bereits durchgesetzt oder ist dabei, sich zu etablieren. Dies gilt vor allem für bildgebende diagnostische Verfahren, die große Datenmengen mithilfe von KI verarbeiten und analysieren. Auf diese Weise werden digitale Roboterassistenz-Systeme erst ermöglicht, können computerassistierte chirurgische Operationen durchgeführt und vernetzte Operationssäle aufgebaut werden. All dies geschieht mit dem Ziel, die Behandlungen zu verbessern, individualisierter zu gestalten sowie schneller und schonender durchzuführen. Chirurgische Instrumente werden beispielsweise durch Sensoren und Software zunehmend intelligenter: Skalpelle erkennen ihre Position im Körper und können die Operateure rechtzeitig warnen, bevor gesundes Gewebe gefährdet ist. Langfristig sehen Experten auch ein großes Anwendungspotenzial von Digitalisierung darin, Mediziner bei der Auswahl der richtigen Behandlung zu unterstützen oder ein therapiebegleitendes Monitoring zu ermöglichen.

Doch die Medizintechnik eröffnet noch sehr viel mehr Anwendungsfelder digitaler Lösungen. Intelligente Implantate, Orthesen und Prothesen, die Aktorik, Sensorik und Signalverarbeitung in sich vereinen, geben verstärkt – auch einer alternden Bevölkerung – die Chance, ein weitgehend selbstständiges Leben bei hoher Lebensqualität zu führen. 3D-Drucker können schon heute Knochen herstellen, die dem Operateur als Vorlage dienen. Langfristig wäre ein Einsatz direkt im Patienten denkbar. Telemedizin und E-Health tragen zudem im ländlichen Raum trotz zum Teil geringerer Ärztedichte zu einer sicheren und qualitativ hochwertigen Gesundheitsversorgung bei. Ansätze,

die unter Einbindung Virtueller Realitäten (VR) entwickelt werden, unterstützen unter anderem die Therapie von psychischen Erkrankungen.

Großes Potenzial besteht zudem in der Vernetzung der klinischen Prozesse, die bislang vielfach noch nicht gegeben ist. Künftig könnte eine durchgängig digital gestützte und patientenorientierte Versorgungskette zu einer deutlich effizienteren und effektiveren Patientenversorgung führen. Digitale Innovationen erlauben neue Formen der Kommunikation und Kooperation zwischen ärztlichem Fachpersonal und Patientinnen und Patienten, aber auch zwischen unterschiedlichen Versorgungseinrichtungen. Experten sehen daher in der Digitalisierung große Hoffnung für das Gesundheitssystem und mancherorts ist sie bereits fester Bestandteil der klinischen Routine. Gleichwohl ist der Forschungs- und Entwicklungsbedarf noch groß und das Potenzial vielfach noch nicht ausgeschöpft.

Relevante Fördermaßnahmen des BMBF

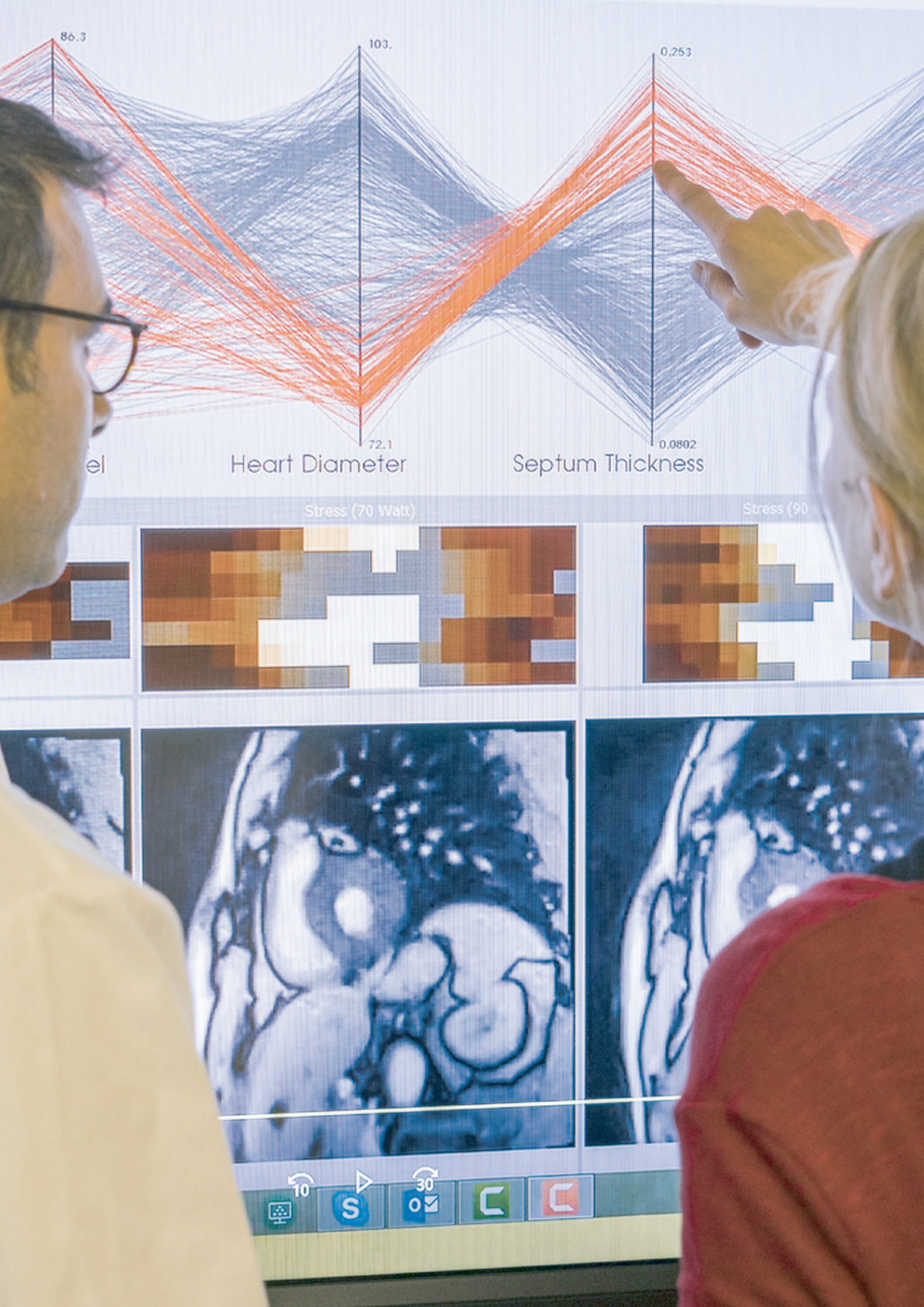
- Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
- KMU-innovativ: Medizintechnik
- Individualisierte Medizintechnik
- Kleine Patienten, großer Bedarf – Medizintechnische Lösungen für eine kindgerechte Gesundheitsversorgung
- Immer vor Ort – mobile medizintechnische Lösungen für eine patientenfreundliche Gesundheitsversorgung
- Bildgeführte Diagnostik und Therapie – Neue Wege in der Intervention
- Aufbau von Industrie-in-Klinik-Plattformen zur Entwicklung innovativer Medizinprodukte

Förderung orientiert sich am medizinischen Bedarf

Die Digitalisierung ist aber nicht nur für die Gesundheitsversorgung, sondern auch für die Unternehmen selbst eine große Herausforderung. Damit digitale Innovationen schneller bei den Patientinnen und Patienten ankommen und gleichzeitig die Innovationskraft der Medizintechnikbranche auch künftig gestärkt wird, bietet das BMBF zielgerichtete Fördermaßnahmen an. Sie sind im Fachprogramm Medizintechnik verankert, das im Mai 2016 veröffentlicht wurde. Das auf zehn Jahre ausgelegte Fachprogramm Medizintechnik ist in die aktuelle Hightech-Strategie 2025 und in das Rahmenprogramm Gesundheitsforschung der Bundesregierung eingebettet.

Wichtigstes Ziel ist es, innovative Ansätze aus der Forschung schneller in die Anwendung und damit in die Gesundheitsversorgung zu bringen. Das Programm setzt dafür im Kern auf eine versorgungs- und zugleich industrieorientierte Innovationsförderung im Dienste der Patienten. Ein besonderer Schwerpunkt im Fachprogramm Medizintechnik liegt auf dem Handlungsfeld Innovationstreiber. Dabei orientiert sich die Förderung an dem Leitmotiv der bedarfsorientierten Patientenversorgung. In den Verbundprojekten arbeiten Medizintechnik-Unternehmen eng mit Forschungseinrichtungen und Kliniken zusammen. Relevante Fördermaßnahmen im Bereich Digitalisierung sind insbesondere die Förderrichtlinie „Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung“, aber auch die themenoffene Bekanntmachung „KMU-innovativ: Medizintechnik“ (*alle relevanten Fördermaßnahmen siehe Kasten*).

Diese Broschüre bietet einen ersten Einblick in die vom BMBF geförderten Medizintechnik-Projekte in sechs medizinischen Anwendungsfeldern, die stellvertretend für das enorme Potenzial und die Bandbreite digitaler medizintechnischer Lösungen stehen. Beispielhaft werden Projekte in den Indikationsgebieten Herz-Kreislauf-System, Onkologie, Neurologie, Psychiatrie, Sinnesorgane und Bewegungsapparat vorgestellt. Die Kapitel geben einen Einblick in die jeweilige Erkrankung, in den medizinischen Bedarf und das Potenzial, das die Digitalisierung konkret bietet. Pro Themengebiet wird einem Verbundprojekt aus der BMBF-Medizintechnikförderung ein doppelseitiges Porträt gewidmet. Ergänzende Kurzsteckbriefe zu vier weiteren Verbundprojekten zeigen die Vielfalt der Innovationen, an denen derzeit gearbeitet wird.


86.3
103.
0.253
72.1
0.0802
el
Heart Diameter
Septum Thickness
Stress (70 Watt)
Stress (90

2. Beispiele aus der Förderung

Die Digitalisierung treibt Innovationen in der Medizintechnik voran. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft dabei, die Medizintechnik der Zukunft zu entwickeln.

Mit der Digitalisierung des gesellschaftlichen Lebens steigen auch die Anforderungen an eine moderne Gesundheitsversorgung. Gleichzeitig bietet sich die Chance, das Gesundheitssystem effizienter zu gestalten. Ziel der BMBF-Förderung im Bereich Medizintechnik ist es, innovative digitale Ansätze in die Gesundheitsversorgung zu integrieren, vor allem bei Erkrankungen mit hohem medizinischen Bedarf. Diese sechs Anwendungsbereiche stehen stellvertretend für das Potenzial digitaler Medizintechnik-Lösungen:

2.1 Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind als chronisches Krankheitsbild eines der häufigsten und gesundheitsökonomisch relevantesten Gesundheitsprobleme weltweit. Digitale Medizinprodukte haben bei der Behandlung chronisch Kranker erhebliche Vorteile gegenüber anderen Therapieformen.

➔➔➔ siehe Seite **10**

2.2 Tumorerkrankungen

Krebserkrankungen haben oft schwerwiegende oder lebensverändernde Folgen für die Patienten und verursachen hohe volkswirtschaftliche Kosten. Die Digitalisierung der Medizintechnik hilft dabei, Produkte zu entwickeln, die stärker auf den einzelnen Patienten zugeschnitten sind und damit effizienter helfen.

➔➔➔ siehe Seite **16**

2.3 Neurologische Erkrankungen

Neurologische Erkrankungen wie Schlaganfall oder Demenz sind in einer älter werdenden Bevölkerung auf dem Weg, zu Volkskrankheiten zu werden. Digitale Medizintechnik hilft dabei, die komplexen neurologischen Erkrankungen früher zu erkennen und eröffnet neue Ansätze für die Therapie.

➔➔➔ siehe Seite **22**

2.4 Psychische Erkrankungen

Psychische Erkrankungen stehen gemeinsam mit neurologischen Krankheitsbildern an der Spitze der Liste weltweiter Erkrankungen. Depressionen, Angstzustände und Süchte sind die häufigsten Ursachen für Arbeitsunfähigkeit. Digitale Medizinprodukte können Diagnostik, Therapie und Nachsorge verbessern.

➔➔➔ siehe Seite **28**

2.5 Erkrankungen der Sinnesorgane

Erkrankungen der Sinnesorgane und der Sinnesverarbeitung haben für Patienten schwerwiegende Folgen und schränken die soziale Teilhabe in großem Maße ein. Durch Erfassung und Beeinflussung elektrophysiologischer Vorgänge können innovative digitale Medizinprodukte zukünftig für Besserung sorgen.

➔➔➔ siehe Seite **34**

2.6 Erkrankungen des Bewegungsapparates

Beschwerden des Bewegungsapparates sind eine häufige Ursache für Schmerzen und Einschränkungen, die Medikamente und Operationen notwendig machen. Die Digitalisierung verbessert Diagnose- und Behandlungsverfahren. Heilungschancen werden dadurch erhöht, mehr Teilhabe möglich und die Therapie effizienter.

➔➔➔ siehe Seite **40**

2.1 Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Herz-Kreislauf-Erkrankungen gehören zu den häufigsten Krankheits- und Todesursachen in Deutschland. Darüber hinaus sind sie mit erheblichen individuellen Krankheitsfolgen verbunden und verursachen die höchsten Krankheitskosten. Deshalb sind rechtzeitige Prävention, Erkennung und Behandlung besonders wichtig. In den vergangenen Jahren wurden wesentliche Fortschritte bei der Versorgung von Herz-Kreislauf-Patienten erreicht. Mit der Digitalisierung geht ein Innovationsschub einher. Sie ermöglicht, das komplexe Herz-Kreislauf-System sowie die Entstehung und den Verlauf der Erkrankungen besser zu analysieren und mit den gewonnenen Erkenntnissen die Diagnose, Therapie und Vorbeugung zu optimieren.

Zu den Herz-Kreislauf-Erkrankungen zählen im weitesten Sinne alle Krankheiten des Herzens und des Gefäßsystems. Das Spektrum reicht von Bluthochdruck und Venenthrombosen über Herzrhythmusstörungen bis hin zu koronarer Herzkrankheit, Herzinfarkt oder Schlaganfall. Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems sind häufig und stellen global einen großen Teil der Krankheitslast sowie der krankheitsbedingten Sterblichkeit dar. In Deutschland geht über ein Drittel aller Todesfälle auf diese Erkrankungen zurück. Insgesamt starben im Jahr 2017 nach Zahlen des Statistischen Bundesamtes mehr als 340.000 Männer und Frauen an koronarer Herzerkrankung, Herzinfarkt, Herzschwäche, Schlaganfall oder anderen Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems. Vor allem ältere Menschen sind von Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems betroffen, doch die Zahl der Erkrankten unter 50 Jahren ist steigend.

Versorgung von Herzschwäche-Patienten verbessern

In den vergangenen Jahren konnten wichtige Fortschritte in der Herz-Kreislauf-Forschung erreicht werden. Insbesondere wurden viele Ursachen gefunden und zahlreiche neue Diagnose- und Therapiemöglichkeiten entwickelt. Dank moderner

Katheterverfahren und besserer Diagnostik hat sich die Situation bei Patientinnen und Patienten mit koronarer Herzerkrankung oder Infarkt spürbar gebessert. Auch bei den Herzklappenerkrankungen hat es mithilfe minimalinvasiver Behandlungsmethoden in den letzten Jahren große therapeutische Fortschritte gegeben. Daher können bei rechtzeitiger Diagnose heutzutage Herz-Kreislauf-Erkrankungen oftmals gut behandelt werden. Bedeutenden Erfolgen stehen in der Herz-Kreislauf-Medizin jedoch Bereiche gegenüber, bei denen es sowohl in der Forschung als auch in der Versorgung Nachholbedarf gibt.

Das gilt beispielsweise für die Diagnose und individualisierte Therapie der Herzschwäche („Herzinsuffizienz"). Diese Erkrankung hat in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich an Bedeutung gewonnen. Zwischen 1995 und 2017 verdoppelte sich die Erkrankungshäufigkeit. Die Ursachen dieser Erkrankung sind vielfältig: Herzmuskelerkrankungen, Bluthochdruck, Herzklappenfehler, eine Verengung der Herzkranzgefäße und vieles mehr. Das Gefährliche an einer Herzinsuffizienz ist, dass die Symptome erst auftreten, wenn die Krankheit bereits weit fortgeschritten ist. In der Folge sinken die Behandlungsmöglichkeiten und -erfolge. An dieser Stelle werden Innovationen benötigt, um einerseits die Ursachen zu bekämpfen und andererseits die Diagnose- und Therapieverfahren zu verbessern.

Digitale Lösungen für eine aussagekräftige Diagnose

Das Herz-Kreislauf-System besteht aus einem komplexen Zusammenspiel von Herzklappen, Muskulatur und Gefäßsystem. Digitale Lösungen haben das Potenzial, dieses komplexe System zu erfassen, zu analysieren und für eine Verbesserung der Prävention, Diagnosen und Therapien von Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu nutzen. Ebenso lassen sich mithilfe der Analyse von patientenspezifischen Daten individuelle Risikofaktoren von Menschen identifizieren und für Präventionsmaßnahmen nutzen. Mobile digitale Anwendungen können bei der integrierten Gesundheitsversorgung von Risikopatienten gute Dienste leisten, um etwa Herzinfarkte oder Schlaganfälle rechtzeitig zu erkennen und eine schnelle Behandlung einzuleiten.

Innovationsschub in der Kardiologie

In der technischen und interventionellen Kardiologie sind es insbesondere die bildgebenden und bildverarbeitenden Systeme, bei denen die Digitalisierung einen enormen Innovationsschub bringt: Computerbasierte Simulationen des Blutflusses werden beispielsweise genutzt, um Engstellen der Herzkranzgefäße anhand von computertomographischen (CT)-Aufnahmen besser zu beurteilen. Die fusionierten Informationen können auch als Grundlage für Navigation und Robotik im Operationssaal genutzt werden, um Zielstrukturen genauer zu erfassen und die Präzision bei Eingriffen zu erhöhen. Dies ermöglicht ein schonenderes Vorgehen für die Betroffenen und gleichzeitig die Senkung der Strahlenbelastung im Rahmen der klinischen Bildgebung. Auch in vielen anderen Bereichen sind derartige Kombinationen vielversprechend, etwa bei der Behandlung von Herzklappenerkrankungen.

In der interventionellen Kardiologie hat die Digitalisierung einen großen Innovationsschub gebracht.

Neue Screening-Technologie soll Leben retten

Aussackungen der Hauptschlagader sind lebensgefährliche Erkrankungen, die oft erst entdeckt werden, wenn es schon zu spät ist. Im BMBF-Förderprojekt CardioInBaMed wird eine neue Methode zur Früherkennung derartiger Aneurysmen entwickelt und erstmals bei Patienten evaluiert.

Wichtig, aber unterschätzt: Bei einem Aneurysma der Hauptschlagader, der Aorta, erweitert sich das normalerweise drei bis vier Zentimeter schlanke Blutgefäß im Bauchraum oder im Bereich des Brustkorbs und bildet sackartige Erweiterungen. „Die Betroffenen merken davon in den meisten Fällen überhaupt nichts“, sagt Tobias Krüger von der Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie am Deutschen Herzkompetenzzentrum am Universitätsklinikum Tübingen. „In den meisten Fällen sind solche Aneurysmen ein Zufallsbefund.“ Gefährlich sind Aortenaneurysmen vor allem deswegen, weil sie reißen können. Ziel müsse es daher sein, möglichst viele Betroffene früh zu erkennen.

Screening von Risikopatienten für die Hausarztpraxis

Hier setzt das BMBF-Förderprojekt CardioInBaMed an, das noch bis Ende 2020 läuft. „Die Grundidee war, ein frühdiagnostisches Verfahren auf den Markt zu bringen, das von jedem Hausarzt angewandt werden kann“, erläutert Stefan Bernhard vom Labor für Biofluidmechanik an der Technischen Hochschule Mittelhessen. Im Vorhaben werden die wissenschaftlichen Grundlagen eines ultraschallbasierten Diagnosesystems von Aortenaneurysmen erforscht. Dabei sollen mittels eines softwarebasierten Expertensystems algorithmisch Verdachtsmomente analysiert und angezeigt werden.

Basierend auf diesem Verfahren, so die Überlegung, könnten im Sinne eines stufenweisen Screenings Risikopatienten auf Hausarztebene identifiziert werden, die dann vom Facharzt weiter abgeklärt und danach gegebenenfalls operiert werden können. Bis es zum aktuellen Projekt kommen konnte, war einiges an Vorarbeiten nötig. Nach Computermodellierung und Bau eines Simulators ist das CardioInBaMed-Projekt die dritte Forschungs- und Entwicklungsstufe. Zum ersten Mal gibt es eine Proof-of-Concept-Studie mit echten klinischen Patientendaten. Außerdem werden gemeinsam mit dem Unternehmen Löwenstein Medical Technology GmbH erste Schritte in Richtung Produkt gegangen.

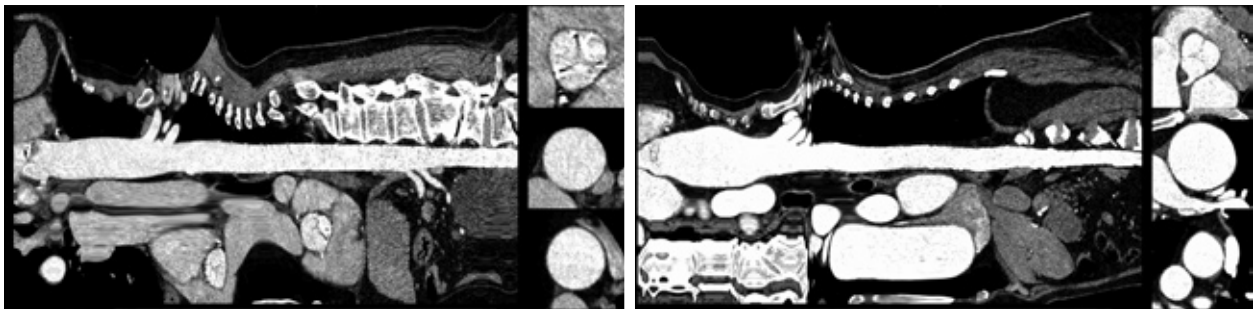
Analyse der individuellen Aneurysma-Wahrscheinlichkeit

Das CardioInBaMed-Projekt hat gleich mehrere hoch innovative Komponenten. So werden die an Hand und Fuß erfassten Pulskurven von Algorithmen analysiert. Mithilfe der Algorithmen soll die Wahrscheinlichkeit angegeben werden, mit der ein Aneurysma einer bestimmten Größenordnung vorliegt. „Die Herausforderung dabei ist, jene Signale zu erkennen, die durch das Aneurysma und nicht durch Herztätigkeit und peripheren Gefäßwiderstand verursacht werden“, so Bernhard.

Das hat in der kürzlich abgeschlossenen Pilotstudie schon gut funktioniert. 67 Probanden nahmen daran teil, wovon rund ein Drittel Aneurysmen in Bauch oder Brustkorb mit einem Mindestdurchmesser von 4,5 Zentimetern hatte. Die Erkennungsrate der Aneurysmen ist erfolgsversprechend. „Insgesamt haben wir gute Ergebnisse erzielt, die aber natürlich noch verbesserbar sind. Wir erreichen im Bauchraum im Moment eine Genauigkeit von circa 75 Prozent, und bei den Aneurysmen im Brustkorb liegen wir zwischen 60 und 80 Prozent“, so Bernhard.

Aufbau einer Online-Datenbank für die Systemoptimierung

Durch eine Optimierung der Datenverarbeitung soll das System im letzten Projektjahr optimiert werden. Langfristig setzen die Wissenschaftler darauf, dass die Performance schrittweise steigt. Denn im



Angepasste Darstellung der Hauptschlagader (Aorta) als langgestreckte, gerade Struktur in der Bildmitte mit einem Normalbefund (links) und gefährlichen Aussackungen (rechts, linke Bildhälfte). Ein neuartiges frühdiagnostisches Verfahren soll diese rechtzeitig erkennen.

CardioInBaMed-Projekt werden selbstlernende Algorithmen genutzt, die mit jedem Patienten, den sie „kennenlernen", ihre Trefferquote steigern sollen. Technisch umgesetzt wird der Lernprozess über eine IT-Infrastruktur, bei der Hausärzte die Screening-Datensätze aufzeichnen und die Auswertung dann in einer sicheren Online-Umgebung erfolgt. So können Arzt und Patient sicher sein, dass der Screening-Algorithmus optimal trainiert ist. Und mit ihren Patientendatensätzen tragen sie selbst dazu bei, dass er immer besser wird.

Am Ende der Projektlaufzeit soll es einen funktionsfähigen Demonstrator geben. Für den Bau des Demonstrators, der das Screening und die IT-Infrastruktur zusammenbringt, ist das Unternehmen Löwenstein Medical Technology, ein deutscher Mittelständler mit Schwerpunkt im Bereich Heimbeatmung und Schlaftherapie, verantwortlich. „Wenn es uns gelingt, ein niederschwelliges Screening zu entwickeln, das in kurzer Zeit valide Ergebnisse liefert und auch noch von einem Nicht-Facharzt bedienbar ist, dann ist das Marktpotenzial sehr groß", sagt CardioInBaMed-Projektleiter Benno Dömer, Leiter Vorentwicklung & Anforderungen bei Löwenstein.

Regulatorisches Neuland wird noch vermessen

Vor der marktreifen Lösung steht die Zertifizierung als Medizinprodukt. Die Zertifizierung der angestrebten digitalen Lösung ist regulatorisches Neuland. „Hier sind wir in engem Austausch mit den Behörden und den zuständigen Stellen, um zu klären, wie das umgesetzt werden kann", so Dömer. Ohne Fördermittel wäre ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt mit so vielen Unbekannten nicht möglich, ist der 41-jährige Elektroingenieur überzeugt. „Die Lösung, um die es im CardioInBaMed-Projekt geht, ist das erste Mal überhaupt bei Menschen eingesetzt worden. Zu diesem frühen Zeitpunkt Geld in eine Produktentwicklung zu stecken, ist für ein mittelständisches Unternehmen sonst schwierig."

Letztlich erweiterten Förderprogramme die Möglichkeiten und erhöhten auch die Wettbewerbsfähigkeit kleiner und mittelständischer Unternehmen: „Wir müssten uns sonst auf das Brot-und-Butter-Geschäft beschränken und könnten die für den digitalen Wandel nötige Innovationsgeschwindigkeit nicht in dem Maße halten."

Förderprojekt CardioInBaMed

Projekttitel:	Unterstützungssystem zur nicht-invasiven Frühdiagnostik von Aortenaneurysmen
Verbundpartner:	Löwenstein Medical Technology GmbH + Co. KG (Koordination); Hochschule Pforzheim
Fördersumme:	681.131 Euro
Laufzeit:	12/2017 bis 11/2020

Individuelle Therapie dank Künstlicher Intelligenz

Eine individuelle Therapieplanung bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen kann helfen, OP-Zeiten für Patienten zu verkürzen und Folgeoperationen zu vermeiden. Ziel des Projekts ist, den Arzt durch eine innovative Software dabei zu unterstützen, den optimalen Therapieansatz und Behandlungszeitpunkt zu bestimmen. Zunächst soll die Software bei der Behandlung von Herzklappenfehlern und Verengungen der Hauptschlagader eingesetzt werden, langfristig aber auch bei anderen Erkrankungen. Ausgangspunkt ist dabei jeweils die Analyse der individuellen Anatomie des Patienten auf Basis moderner Bildgebung. Mithilfe Künstlicher Intelligenz berechnet die Software die Strömungsverhältnisse in den Blutgefäßen und simuliert das Ergebnis verschiedener Eingriffe. So soll eine für den klinischen Alltag praktikable und ökonomische Software-Lösung für eine individualisierte Therapieplanung bei Herzklappenfehlern und angeborenen Aortaverengungen zur Verfügung gestellt werden.

Förderprojekt ArtiCardio i

Projekttitel:	KI (Künstliche Intelligenz)-basierte digitale Therapieunterstützung für die Kardiologie
Verbundpartner:	Siemens Healthcare GmbH (Koordination), Charité – Universitätsmedizin, Berlin, 1000shapes GmbH
Fördersumme:	1.213.237 Euro
Laufzeit:	10/2017 bis 9/2020

Entscheidungshilfe bei Intensivpatienten

Wenn Patienten mit lebensbedrohlichen Erkrankungen, wie schweren Infektionen oder Blutungen, auf der Intensivstation behandelt werden müssen, liegt eine besondere Herausforderung darin, die im individuellen Fall jeweils optimale Art und Menge von Infusionslösungen zur Stützung des Kreislaufs zu bestimmen. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines klinischen Entscheidungsunterstützungssystems, das die Daten eines Patienten mit medizinischem Erfahrungswissen und algorithmischen Modellen verknüpft. Auf diese Weise soll die patientenindividuelle Risikoabschätzung, Überwachung und Therapieführung verbessert werden. Das innovative System ist so konzipiert, dass es konkrete Ergebnisse nutzerfreundlich visualisiert. Es ermöglicht so Ärztinnen, Ärzten und pflegerischem Personal auf Grundlage einer umfassenden Datenlage eine fundierte, evidenzbasierte Entscheidung über notwendige Therapiemaßnahmen zu treffen.

Förderprojekt IMEDALytics i

Projekttitel:	Intensivmedizin. Entscheidungsunterstützungssystem mit Datenfusion und Mustererkennung für die leitliniengestützte, individualisierte Risikostratifizierung, Überwachung und Therapieführung
Verbundpartner:	Philips GmbH Innovative Technologies (Koordination), ergosign Ergonomie und Design GmbH, Universitätsklinikum Aachen, RWTH Aachen, Hochschule Trier
Fördersumme:	1.522.150 Euro
Laufzeit:	9/2018 bis 8/2021

Kathetereingriffe visualisieren und steuern

Viele Gefäßerkrankungen lassen sich durch einen minimal-invasiven Kathetereingriff behandeln. Allerdings müssen die Eingriffe bisher unter Röntgen-Durchleuchtung mit Kontrastmittelgabe gesteuert werden, was zu Nebenwirkungen führen kann. Diese Risiken soll ein neuartiges Visualisierungssystem vermeiden helfen. Dabei werden computertomographische Bilddaten aus der Planungsphase des Eingriffs mit intraoperativ durch spezielle Methoden (magnetisches Tracking, Glasfasertracking) gewonnenen Daten abgeglichen und kombiniert. Der Operateur soll dadurch Informationen erhalten, wo sich der Gefäßkatheter jeweils genau befindet, und zudem durch ein computergestütztes Augmented-Reality-Verfahren einen künstlich erzeugten Einblick in das Gefäß erhalten. Das Navigationssystem wird zunächst bei Kathetereingriffen in der Aorta erprobt, später ist auch die Anwendung in Blutgefäßen mit kleinerem Durchmesser geplant.

Förderprojekt NavEVAR

Projekttitel:	Kombinierte Navigation zur Endovaskulären Therapie an der Hauptschlagader
Verbundpartner:	Universität zu Lübeck (Koordination), Universität zu Lübeck – Institut für Robotik und Kognitive Systeme, Fraunhofer-Institut für Bildgestützte Medizin (MEVIS), Lübeck, Medizinisches Laserzentrum Lübeck GmbH
Fördersumme:	4.190.658 Euro
Laufzeit:	10/2017 bis 9/2020

Planungsmodelle für Herzklappen-OPs

Bei Operationen an den Herzklappen ist man für die Planung des Eingriffs bisher auf zweidimensionale Bilddaten und das räumliche Vorstellungsvermögen des Chirurgen angewiesen. Eine endgültige Entscheidung über die verwendete Operationstechnik findet häufig erst während der Operation statt. In dem Projekt werden daher dreidimensionale haptische Planungsmodelle mittels 3D-Druck erstellt, die die gleiche Elastizität und Beschaffenheit wie die Herzklappen besitzen. Der Operateur kann anhand der Modelle die Gewebebeschaffenheit sehen und erfühlen und zudem mögliche Schwachstellen erkunden. Als Grundlage für die Modelle dienen dreidimensionale Ultraschallbilddaten. Darüber hinaus kann das Herzklappen-Modell vom Chirurgen durch Schnitte und Nähte verändert, digital eingelesen und daraufhin in eine Operationsschablone übertragen werden.

Förderprojekt PiPEH

Projekttitel:	Patientenindividuelle medizintechnische Planungsmodelle für Eingriffe an Herzklappen
Verbundpartner:	Tom Tec Imaging Systems GmbH (Koordination), TU München, LMU München
Fördersumme:	1.057.748 Euro
Laufzeit:	10/2016 bis 3/2020

2.2 Tumorerkrankungen

Knapp eine halbe Million Menschen erkrankt in Deutschland pro Jahr neu an Krebs. Tumorerkrankungen stellen bundesweit die zweithäufigste Todesursache dar. Krebs ist zudem die am stärksten gefürchtete Krankheit in der Bevölkerung. Sie wird oftmals mit Hoffnungslosigkeit und Unheilbarkeit in Verbindung gebracht. Medizinische Fortschritte haben jedoch dazu beigetragen, dass Tumore früher erkannt und effektiver behandelt werden können. Trotz der Alterung der Gesellschaft ist die Krebssterblichkeit seit Jahrzehnten zurückgegangen. Im Zuge der Digitalisierung werden neue Diagnose- und Therapiemöglichkeiten entwickelt und optimiert.

Das gemeinsame Merkmal aller Tumorerkrankungen ist das unkontrollierte Wachstum von Zellen, wodurch umliegendes Gewebe verdrängt wird. Tumore können gutartig oder bösartig sein. Bösartige Tumore, umgangssprachlich auch als Krebs bezeichnet, durchwachsen gesundes Gewebe und zerstören es. Insgesamt ging im Jahr 2015 jeder vierte Todesfall in Deutschland auf das Konto von bösartigen Tumoren. Die häufigsten Krebserkrankungen beim Mann sind Prostatakrebs, gefolgt von Dickdarm- und Lungenkrebs. Im Vergleich der Krebsarten präsentiert sich der Lungenkrebs als besonders tödlich. Brustkrebs ist bei Frauen die häufigste Krebserkrankung und Krebstodesursache.

Heilungschancen und Überlebensraten verbessern

Fast alle Krebsarten treten bei älteren Menschen sehr viel häufiger auf als bei Jüngeren. Durch die wachsende Lebenserwartung erhöht sich damit für jeden Einzelnen die Wahrscheinlichkeit, an Krebs zu erkranken. Gleichzeitig haben Verbesserungen bei Vorbeugung, Früherkennung und Behandlung dazu beigetragen, dass die Heilungschancen und Lebenserwartung von Betroffenen stark gestiegen sind. Insgesamt lebt heute mehr als die Hälfte aller

Krebspatienten noch fünf Jahre nach der Diagnosestellung. Die Zeitspanne von fünf Jahren bedeutet bei vielen Tumorarten gleichzeitig eine gute Chance auf dauerhafte Heilung. Die Überlebensraten sind jedoch für Männer und Frauen, für Kinder und Erwachsene und für einzelne Formen der Krebserkrankungen sehr unterschiedlich. Während die Chance auf eine dauerhafte Heilung für Kinder mit Leukämien, bei Frauen mit bestimmten Formen von Brustkrebs und jungen Männern mit Hodenkrebs inzwischen deutlich gestiegen sind, ist die Prognose für Patienten mit Bauchspeicheldrüsenkrebs, Speiseröhrenkrebs oder Lungenkrebs meist ungünstig. Effektivere diagnostische und therapeutische Verfahren stehen deshalb ganz oben auf der Agenda von Krebsmedizinern.

Neue Behandlungsstrategien gegen Krebs

In den vergangenen Jahren konnte eine Reihe von bahnbrechenden Entwicklungen in der Krebsmedizin erreicht werden. Sie basieren vorwiegend auf voranschreitenden Erkenntnissen zur Molekularbiologie von Tumorerkrankungen und der Interaktion mit dem Immunsystem. Dadurch hat sich das Therapiearsenal der Krebsmedizin deutlich erweitert. Zu den klassischen Säulen der Therapie – Operation, Bestrahlung und Chemotherapie – haben sich weitere schlagkräftige Behandlungsstrategien gesellt: die zielgerichteten Therapien und die Krebsimmuntherapien.

Die Krebsmedizin der neuesten Generation ist zudem immer stärker auf den einzelnen Patienten zugeschnitten und ein anschauliches Beispiel für Präzisionsmedizin. Grundlage für eine personalisierte Therapie ist eine spezifische und präzise Diagnostik. Hier liegt großes Potenzial für den Einsatz innovativer Messverfahren in den klinischen Laboratorien.

Mittels moderner Analyseverfahren wie der automatisierten Genomsequenzierung lässt sich heute von jedem einzelnen Tumor innerhalb kurzer Zeit ein individuelles molekulares Profil erstellen – quasi der Fingerabdruck der Erkrankung. Für den einzelnen Patienten können die Ergebnisse eines solchen Tumorprofils richtungsweisend für die Auswahl einer Therapie sein. Krebspatienten sind im Verlauf ihrer Krankheit zudem mit vielfältigen Untersuchungen konfrontiert. Neben Tastuntersuchungen, bildgebenden Verfahren wie Ultraschall, Computertomographien oder Röntgenaufnahmen spielt dabei auch die mikroskopische Diagnostik eine wichtige Rolle. Waren hier lange Zeit rein visuelle Untersuchungen von Gewebeproben per Lichtmikroskop Standard, setzen sich heutzutage zunehmend innovative digitale Lösungen durch, die eine noch größere Detailtiefe der gewonnenen Informationen erlauben.

So werden mikroskopische Aufnahmen von Gewebeproben digital gespeichert und anschließend nach verschiedensten Kriterien und Mustern computerbasiert ausgewertet. Dabei kommt die automatisierte Bildanalyse in medizintechnischen Geräten zunehmend zum Einsatz. Bei der automatisierten Analyse medizinischer Bilddaten unterstützen lernfähige Computerprogramme die Mediziner bei der Diagnostik, um beispielsweise für chirurgische Eingriffe gesundes von erkranktem Gewebe sicher abzugrenzen.

Auf dem Weg zur personalisierten Therapie

Generell wird die Therapie heute zunehmend am Patienten und seinem Tumor ausgerichtet. Um für jeden Patienten die optimale Therapie zu finden, werden die Daten von Diagnosen, Behandlungen und Krankheitsverläufen in den Krankenhäusern immer mehr gebündelt erfasst und ausgewertet. Der digitale Fortschritt ermöglicht es heute, diese Vielzahl an Daten aus hunderten oder gar tausenden Tumorprofilen miteinander zu verknüpfen, charakteristische Muster zur Behandlung spezifischer Krebserkrankungen zu erkennen und für eine personalisierte und damit effektivere Therapie zu nutzen. Noch kann dieser Ansatz nicht standardmäßig für die Behandlung von allen Tumorarten verwendet werden, aber mit jedem Datensatz steigt die Erkenntnis zu Krebs – in all seinen Facetten – und es ergeben sich neue Ansatzpunkte für bedarfsgerechte, innovative Behandlungsstrategien. Für Tumorerkrankte bedeutet das für die Zukunft einen immer besseren Zugang zu personalisierten und effektiven Therapien, mit möglichst geringen Nebenwirkungen und einer insgesamt besseren Lebensqualität.

KI-gestützter Blick auf den Therapie-Verlauf

In dem Projekt PANTHER arbeitet ein Verbund daran, Computertomographie-Bilder effektiver als heute für die Verlaufsdiagnostik von Tumorbehandlungen zu nutzen. Ein auf Künstliche-Intelligenz-Algorithmen basierendes Expertensystem analysiert die Bilddaten und verknüpft sie mit weiteren Gesundheitsinformationen der Patienten. So lässt sich früher als bislang abschätzen, ob eine eingeschlagene Krebstherapie Erfolg hat oder nicht.

Die Krebsmedizin verfügt über ein immer größeres Arsenal an Therapien. Doch wie gut schlägt ein ausgewähltes Krebsmedikament oder eine Strahlentherapie bei einem Patienten an? Heute überprüfen Mediziner den Verlauf einer Tumortherapie, indem sie Laborwerte aus Blutuntersuchungen analysieren und in regelmäßigen Abständen Computertomographie (CT)-Aufnahmen der betroffenen Organe machen. Die Partner in dem Verbundprojekt „PANTHER“ versuchen, noch viele weitere wertvolle Informationen aus den digitalen Bildern zu gewinnen und daraus bessere Prognosen für den Therapieverlauf abzuleiten. Dadurch könnten Ärzte künftig zu einem früheren Zeitpunkt erkennen, wie gut ein Patient auf eine Krebsbehandlung anspricht oder ob eine andere Therapie gewählt werden sollte.

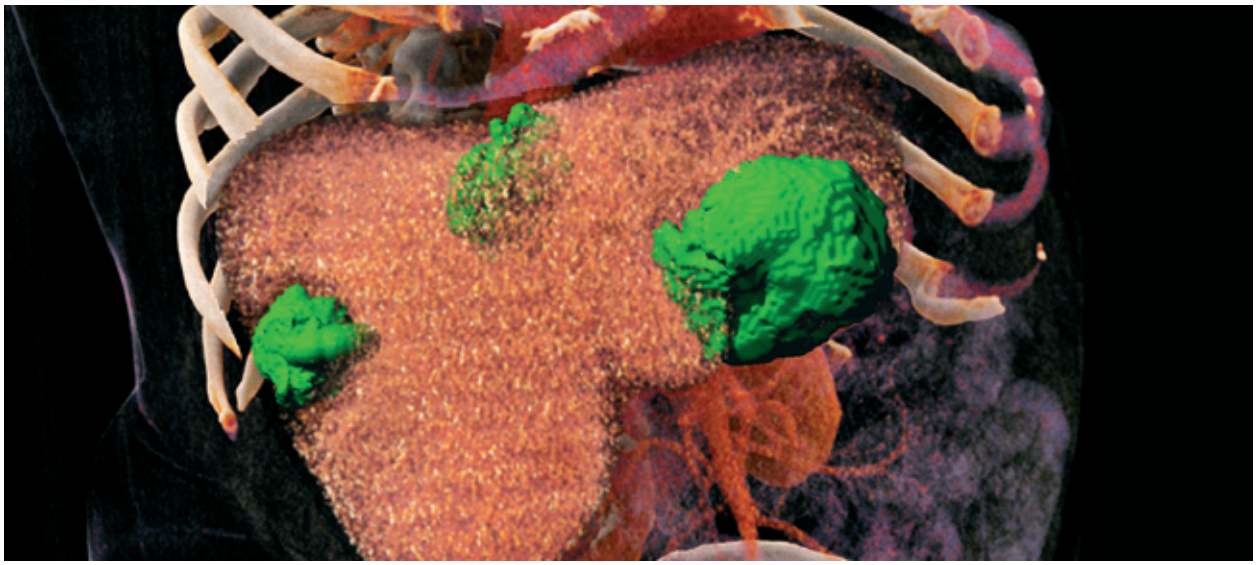
Mehr als nur die Größe messen

„Bislang wird in den CT-Bildern nur der Durchmesser des Tumors bestimmt, um so die Größenentwicklung zu beurteilen“, sagt Projektkoordinator Michael Sühling von Siemens Healthineers mit Sitz in Forchheim. Doch in den Aufnahmen stecken noch viel mehr Informationen, die bislang kaum genutzt werden. So zeigen die Bilder zusätzlich, ob und wie sich die Form einer Geschwulst im Laufe der Zeit verändert. Außerdem können sie Details über die Beschaffenheit des Tumors liefern, etwa, ob er aus verschiedenen Gewebearten besteht oder sich seine Zusammensetzung im Laufe der Therapie verändert. Mit bloßem Auge sind viele dieser Zusatzinformationen nicht zu sehen. „Um diese Merkmale erkennen und vor allem quantifizieren zu können, ist Computerunterstützung gefragt“, betont Sühling. Im Fall von PANTHER ist es ein sogenanntes Expertensystem, das auf KI-Algorithmen basiert. Dazu haben die Siemens-Ingenieure und die Partner vom Fraunhofer MEVIS in Bremen und Lübeck maßgeblich beigetragen. In einem ersten Schritt stellten Radiologen des Klinikums der Universität München große Mengen an CT-Bilddaten von Darm-, Bauchspeichel- und Lymphdrüsenkrebs zusammen. In diesen Daten haben die Kliniker die relevanten Strukturen eingegrenzt. Dadurch sind Größe und Form der Tumoren und der Organe in den Aufnahmen klar zu erkennen und quantitativ zu vermessen.

Zudem stellten die Kliniker aus München umfangreiches Datenmaterial darüber zur Verfügung, wie die Patienten auf eine Therapie angesprochen haben und wie sich ihre Blutwerte im Laufe der Behandlung entwickelten. Diese klinischen Daten wurden mit bestimmten Merkmalen in den CT-Bildern abgeglichen, etwa wie sich Form und Beschaffenheit eines Tumors im Laufe einer Therapie verändern. Damit haben die Wissenschaftler einen Deep-Learning-Algorithmus gefüttert und so ihr Expertensystem trainiert. Neben einem KI-Algorithmus für die automatisierte Bildanalyse gibt es einen weiteren Algorithmus, der die wahrscheinliche Überlebensdauer in Jahren berechnet und damit die Erfolgsprognose einer Therapie einschätzt.

Radiomics – neue Infos aus Bildern ziehen

Die Analyse abstrakter Muster wie in einem Röntgenbild, einer CT- oder MRT-Aufnahme ist eine Stärke von KI-Algorithmen. Das Verbundprojekt PANTHER ist hierbei ein Beispiel für einen neuen Ansatz in der Medizin, Radiomics genannt – ein Kunstwort aus „Radiology“ und „Genomics“. Ausgefeilte Algorithmen sollen helfen, zusätzliche Informationen aus radiologischen Bildern zu ziehen und mit Daten aus Klinik und Labor zu korrelieren – mit dem Ziel, spezifisch wirkende Therapien zu entwickeln. Mithilfe von Radiomics lassen sich tiefgehende Analysen einer Erkrankung gewinnen, mit deren Hilfe Mediziner effektiver herausfinden können, welcher Patient auf welche Therapiemethode anspricht.



Die Visualisierung der Tumorgröße in 3D (grüne Bereiche) erleichtert Arzt und Patient, die richtige Therapieentscheidung zu treffen.

„So lässt sich anhand der CT-Bilder früher als bislang abschätzen, ob die eingeschlagene Therapie Erfolg hat oder nicht“, sagt Sühling. Als die größte Herausforderung hat sich in dem Projekt die Sammlung der klinischen Daten herausgestellt. „Das liegt zum einen an der Heterogenität der Daten“, sagt Sühling, „zudem mussten die Daten aufwendig für das Training des Expertensystems aufbereitet werden“. Daher basiert der Prototyp des Expertensystems bislang auf wenigen hundert Patientendatensätzen. Um die Datenmenge und -qualität in Zukunft deutlich zu steigern, hat das Konsortium die Grundlagen für eine digitale Befunderfassung von Bilddaten gelegt.

Gemeinsamer Datenpool geschaffen

So wurde durch die Partner MeVis BreastCare GmbH & Co. KG und Siemens Healthineers eine Cloud-Plattform aufgebaut, in der die klinischen Partner Daten hochladen können, damit sie computerbasiert ausgewertet werden können. Die cloudbasierte Infrastruktur dient fortan als gemeinsamer Datenpool, in den die klinischen Partner Informationen einspeisen können. Die Plattform lässt sich einfach über einen Web-Browser ansteuern. Dass sie auch den Erfordernissen des Datenschutzes gerecht wird, weist Siemens durch eine Zertifizierung mit dem europäischen Datenschutz-Gütesiegel (EuroPriSe) nach. Hierdurch wird die Basis für multizentrische Studien mit hohen Patientenzahlen geschaffen, die für eine Zulassung KI-basierter Algorithmen unabdingbar sind. Am Münchener Universitätsklinikum wird das PANTHER-Expertensystem nun in der Praxis erprobt. Ein weiteres Projektziel ist, mittels Visualisierungstechnologien und 3D-Druck-Modellen den Stand der Therapie für die Patienten besser zu veranschaulichen und so die Kommunikation mit den Ärzten zu verbessern. „Unser Expertensystem unterstützt so die Ärzte bei der Suche nach der besten Therapie und macht Entscheidungen für die Patienten nachvollziehbar“, so Sühling.

Förderprojekt PANTHER	
Projekttitel:	Patientenorientierte onkologische Therapieunterstützung
Verbundpartner	Siemens Healthcare GmbH (Koordination), Fraunhofer-Institut für Bildgestützte Medizin (MEVIS), MeVis BreastCare GmbH & Co. KG, Klinikum der Universität München
Fördersumme:	1.822.786 Euro
Laufzeit:	10/2016 bis 3/2020

Operieren mit Augmented-Reality-Videoskop

Die minimal-invasive Chirurgie hat sich in vielen Indikationen durchgesetzt, auch in der Krebstherapie. Für den Operateur birgt die Schlüsselloch-Chirurgie aber auch einige Herausforderungen: unter anderem eine begrenzte Bewegungsfreiheit, eine schlechte Tiefenwahrnehmung und ein eingeschränktes haptisches Feedback. Ziel des ATLAS-Projektes ist es, durch die Projektion von Augmented-Reality (AR)-Bilddaten auf das Operationsfeld des Chirurgen diesen Nachteilen entgegenzuwirken. Bei minimal-invasiven Eingriffen sollen in Echtzeit individuelle anatomische Informationen angezeigt werden. Das AR-Videoskop, das im Projekt ATLAS entwickelt werden soll, ermöglicht die Fusion einer Ansicht der Wirklichkeit und die virtuelle Projektion von computergenerierten Daten aus Voruntersuchungen der Patienten. Dadurch kann der Chirurg für ihn zuvor nicht sichtbare Organstrukturen in einer realistisch wirkenden 3D-Operationsumgebung erkennen.

Förderprojekt ATLAS i

Projekttitel:	Bildbasierte Augmentierung bei laparoskopischen Eingriffen
Verbundpartner:	Maxer Endoscopy GmbH (Koordination), Technische Universität München Fakultät für Informatik, Klinikum der Universität München
Fördersumme:	1.570.554 Euro
Laufzeit:	8/2018 bis 7/2021

Digitales Mikroskopsystem für Gewebe-Diagnostik

Die mikroskopische Analyse von Gewebe ist eine wichtige Säule der modernen Tumordiagnostik. Sie wird im klinischen Alltag in den Laboren der Pathologie durchgeführt. Zur Auswertung von Gewebeschnitten werden bislang zumeist rein visuelle, semi-quantitative Untersuchungen am Lichtmikroskop vorgenommen. Das Projekt Cogno-Scan will den Prozess digitalisieren, um eine valide Basis für Therapieentscheidungen zu schaffen. Moderne Objektträger-Scanner liefern Aufnahmen von Gewebeschnitten in höchster Qualität und sehr hoher Auflösung. Der Einsatz von digitalen und automatisierten Bildanalyse-Systemen und die Entwicklung einer innovativen Software soll es ermöglichen, verschiedene molekulare Biomarker in unterschiedlichem Tumorgewebe schnell und standardisiert zu evaluieren. Somit wird auch die Tumorheterogenität innerhalb eines Organismus berücksichtigt. Die Ergebnisse sollen durch die Software sowohl für den Arzt als auch für den Patienten verständlich aufgearbeitet werden.

Förderprojekt Cogno-Scan i

Projekttitel:	Standardisierte Analyse der Tumorheterogenität zur IT-gestützten Therapieentscheidung bei malignen Tumoren
Verbundpartner:	VMscope GmbH (Koordination), PreciPoint GmbH, Charité – Universitätsmedizin Berlin
Fördersumme:	850.920 Euro
Laufzeit:	12/2017 bis 11/2020

Hautgewebe während der Tumor-OP analysieren

Häufig entwickeln sich Tumore auf der Kopfhaut. Chirurgen versuchen, so wenig Hautgewebe wie möglich zu entfernen, jedoch genug, um das Wachstum des Tumors zu stoppen. Um sicher zu gehen, erfordert dieses Vorgehen oft sogar mehrfach die Entnahme von Gewebeproben, die im Pathologielabor analysiert werden. Das KONFIDENT-Projekt möchte den Operateuren ein Instrument an die Hand geben, um noch während des Eingriffs die Gewebeanalyse vornehmen zu können. Dazu will das Konsortium ein Konfokalmikroskop entwickeln, dessen Gewebeanalyse automatisiert erfolgt und dessen Bedienung benutzerfreundlich ist. Für die digitalisierte Bildanalyse kommen Künstliche-Intelligenz-Algorithmen zum Einsatz. Nicht entferntes Kopfhautgewebe kann mit diesem System an der Oberfläche auf bösartige Zellveränderungen untersucht werden. Damit werden bessere Behandlungsergebnisse, kürzere OP-Zeiten sowie ein geringerer logistischer Aufwand angestrebt.

Förderprojekt KONFIDENT

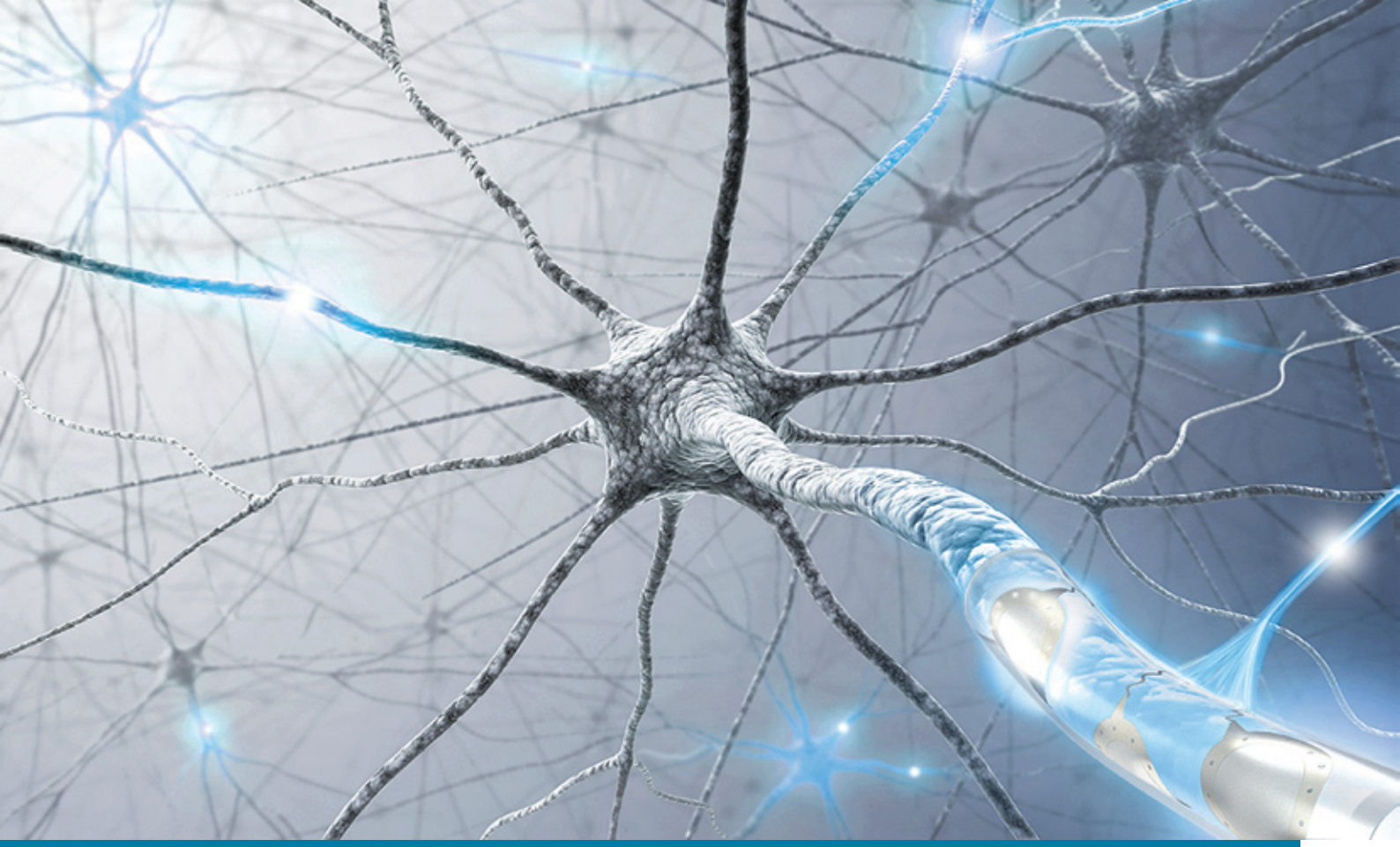
Projekttitel:	Automatisierte Auswertung der Konfokalen Mikroskopie für Diagnose und Therapie im Kopfhautbereich
Verbundpartner:	MAVIG GmbH (Koordination), M3i GmbH, Munich Innovation Labs GmbH, Universität Heidelberg
Fördersumme:	1.734.370 Euro
Laufzeit:	4/2019 bis 3/2022

Die Harnblase in 3D visualisieren

Jährlich werden in Deutschland etwa 28.000 neue Harnblasenkarzinome diagnostiziert. Zentraler Bestandteil von Diagnostik und Therapie ist die Blasenspiegelung (Zystoskopie), gekoppelt mit der transurethralen Blasenresektion (TUR-B). Es handelt sich um eine endoskopische Operation durch die Harnröhre, bei der erkranktes Gewebe aus Harnblase oder Prostata abgetragen wird. Die bestehende Versorgungskette ist jedoch lückenhaft und die Dokumentation der Bilddaten ist oft uneinheitlich. Um die Qualität der Diagnostik deutlich zu steigern, wird im Projekt RaVeNNA eine dreidimensionale Rekonstruktion und Visualisierung der Harnblase angestrebt. Möglich wird das durch ein neuartiges optisches System mit optoelektronischen Bildwandlern und digitalen Algorithmen, die den gesamten Raumwinkel abbilden und 3D-Informationen ausgeben. Die digitale Plattform soll gleichzeitig als Datenspeicher für eine Nachsorgeunterstützung fungieren und den Austausch zwischen Ärzten und Patienten verbessern.

Förderprojekt RaVeNNA-4pi

Projekttitel:	Digitale Plattform zur endoskopischen 3D-Rekonstruktion, Visualisierung und Nachsorgeunterstützung von Patienten mit Harnblasenkarzinom
Verbundpartner:	Universität Freiburg (Koordination), Dorner GmbH & Co. KG, INATECH, Hochschule Furtwangen, Karl Storz GmbH & Co. KG, Actuator Solutions GmbH, FISBA Photonics GmbH, QIT Systeme GmbH & Co. KG, Universität Heidelberg
Fördersumme:	3.018.502 Euro
Laufzeit:	2/2018 bis 1/2021



2.3 Neurologische Erkrankungen

Neurologische Erkrankungen sind häufig, verlaufen oft chronisch und beeinträchtigen die Lebensqualität der Betroffenen erheblich. Klar ist auch, dass neurologische Erkrankungen vor dem Hintergrund des demografischen Wandels weiter zunehmen werden. Trotz zunehmender Therapiemöglichkeiten sind weitere innovative Ansätze für das Krankheitsmanagement in der Neurologie notwendig. Digitale Lösungen bieten dabei neue Chancen für die Diagnostik und Therapie.

Sehr verbreitet sind neurodegenerative Erkrankungen, in deren Verlauf Zellen des Nervensystems absterben. Schätzungsweise 1,7 Millionen Menschen sind von Demenz betroffen und rund 400.000 Männer und Frauen in Deutschland leiden an Parkinson. Auch bei der Multiplen Sklerose (MS), einer entzündlichen Erkrankung des zentralen Nervensystems, werden wichtige Strukturen des Zentralen Nervensystems dauerhaft geschädigt. In Deutschland leben nach Zahlen des Bundesversicherungsamtes mehr als 240.000 MS-Erkrankte. Die häufigste Ursache für eine akute Schädigung von Gehirn und Nervensystem ist jedoch eine mangelnde Durchblutung. So erleiden hierzulande nach Angaben der Deutschen Gesellschaft für Neurologie etwa 260.000 Menschen jährlich einen Schlaganfall.

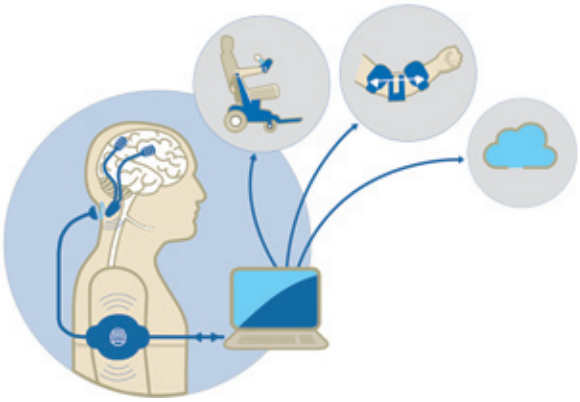
Die Versorgungssituation hierzulande ist bei neurologischen Erkrankungen im internationalen Vergleich gut. Verfügbarkeit von fachlicher Expertise, technischer Ausstattung und spezialisierten Einrichtungen – unter anderem zertifizierte Stroke Units und MS-Zentren – leisten wichtige Beiträge. Die zunehmende Häufigkeit vieler neurologischer Erkrankungen mit dem Alter und die oftmals chronischen Krankheitsverläufe sind allerdings eine Herausforderung für die Medizin. Angesichts der demografischen Entwicklung gibt es einen hohen Bedarf für Fortschritte bei der diagnostischen und therapeutischen Versorgung sowie zur Unterstützung im Alltag. In vielen Fällen kann Medizintechnik den Betroffenen helfen. Die Möglichkeiten reichen von der Nutzung tragbarer Biosensoren zur Erkennung von neuen Symptomen oder thera-

piebegleitend über die rechnergestützte Auswertung medizinischer Bilder bis hin zur gezielten Stimulation des Nervensystems und neuartigen Gehirn-Computer-Schnittstellen. Digitalisierung bedeutet in diesem Zusammenhang auch die zunehmende Verfügbarkeit von Anwendungen im Alltag, deren Einsatzgebiete sich mehr und mehr denen mit strenger medizinischer Indikation annähern. Beispielsweise sind kleine Biosensoren, die als Fitness-Armbänder getragen werden und die Gehstrecke, den Herzschlag oder das Schlafprofil messen können, mittlerweile in der Bevölkerung weit verbreitet. Solche „Wearables" lassen sich für medizinische Fragestellungen weiterentwickeln – etwa um die Vorboten einer Parkinson-Krankheit zu erkennen. So gehen Veränderungen des Schlafs, leichte Gangunsicherheiten oder Gleichgewichtsdefizite den eigentlichen Symptomen einer neurodegenerativen Erkrankung oft lange voraus. Viele Forscherteams arbeiten derzeit an der Entwicklung alltagstauglicher Sensoren, mit denen diese Veränderungen erfasst und etwa über eine Smartphone-App ausgelesen werden können. Auf diese Weise ließen sich präventive Maßnahmen besser planen und zudem der Krankheitsverlauf objektiver und kontinuierlicher kontrollieren. Dazu müssen alltägliche Bewegungsprofile nicht nur aufgezeichnet, sondern auch zuverlässig interpretiert werden.

Bildgebung und Neuroimplantate auf individuellen Bedarf abstimmen

Die Auswertung medizinischer Bilder nimmt in der Diagnostik neurologischer Erkrankungen eine herausragende Rolle ein. So liefert die Magnetresonanztomographie (MRT) aufgrund ihres Weichteilkontrastes überragende Darstellungen des Gehirns. Die Verfügbarkeit weitergehender Untersuchungsmöglichkeiten sorgt einerseits für neuartige diagnostische Optionen, andererseits stellt der zunehmende Detailgrad und die Fülle an komplementären Daten eine Herausforderung dar. Hier können moderne IT-Anwendungen, unter anderem auf der Basis von Künstlicher Intelligenz, wichtige Hilfestellung leisten. Sie unterstützen die Mediziner bei der Zusammenführung der Informationen und schaffen durch eine hohe Sensitivität zusätzliche Sicherheit. Verschiedene Formen der Parkinson-Krankheit lassen sich unterscheiden, indem mit maschinellen Lernalgorithmen typische Bilddatenmuster („Bildgebungsbiomarker") auf MRT-Scans detektiert werden. Auch bei Multipler Sklerose kommen automatisierte Bildanalysen zum Einsatz, etwa um den Therapieerfolg zu überprüfen. Doch nicht nur für Diagnostik und Monitoring neurologischer Erkrankungen eröffnet die Digitalisierung neue Möglichkeiten. Sie ist auch Basis für innovative Therapien. Zunehmend zum Einsatz kommen virtuelle Realitäten (VR), beispielsweise in Form simulierter Alltagsumgebungen. Solche Ansätze werden etwa für individualisierte Therapieprogramme bei Kindern mit spastischen Bewegungsstörungen sowie bei Schlaganfall- und Demenzpatienten erprobt.

Neurotechnologische Verfahren wiederum koppeln ein elektrotechnisches System mit dem Nervengewebe. Etablierte Anwendungen wie die tiefe Hirnstimulation über implantierte Elektroden („Hirnschrittmacher") bei Parkinson-Patienten oder die Rückenmarkstimulation bei chronischem Schmerz sollen noch flexibler ausgeführt und besser an den individuellen Bedarf angepasst werden. So lassen sich mit sogenannten Gehirn-Computer-Schnittstellen neuronale Signalmuster über implantierte oder auf der Kopfhaut befestigte Elektroden auslesen und mithilfe lernfähiger Algorithmen analysieren. Je nach aktuellem Hirnzustand können dann externe Geräte wie Assistenzroboter und Sprachcomputer gesteuert oder bestimmte Hirnregionen gezielt stimuliert werden. Die Hoffnung besteht, dass dies zukünftig neue therapeutische Erfolge bei verschiedensten Erkrankungen ermöglichen wird, etwa bei schwersten Lähmungen und Schlaganfällen ebenso wie bei Epilepsie, Sucht oder chronischer Depression.



Neuroimplantate können Signalströme im Gehirn mittels digitaler Sensoren erfassen und in reale Bewegungen umwandeln.

An der Schnittstelle zwischen Künstlicher Intelligenz und Gehirn

Schlaganfälle, Parkinson oder auch die Amyotrophe Lateralsklerose führen oft zu einem einschneidenden Verlust motorischer Funktionen. Ein Freiburger Medizintechnik-Unternehmen hat mit verschiedenen Forschungspartnern ein intelligentes Neuroimplantat entwickelt, das mit dem Nervensystem kommuniziert und das Management der Erkrankungen nachhaltig verbessern könnte. Dabei sollen mit implantierten Elektroden und selbstlernenden Algorithmen neuronale Signale ausgelesen und Gehirnregionen gezielt stimuliert werden.

Es ist ein alter Wunsch, verloren gegangene Körperfunktionen wiederzugewinnen. Viele neurologische Erkrankungen mindern etwa die Bewegungsfähigkeit. Dazu zählen Schlaganfälle, Querschnittslähmungen, die Parkinson-Krankheit oder auch die Amyotrophe Lateralsklerose (ALS), die durch den britischen Physiker Stephen Hawking weithin bekannt wurde und bei der die Patienten im Extremfall nur noch die Augen bewegen können. Gerade um solche schweren Beeinträchtigungen zukünftig besser zu lindern, wurde dank der Unterstützung des BMBF ein interdisziplinäres Projekt (MOTOR-BIC) von Medizintechnikern, Mikroelektronikern und Neuroforschern ins Leben gerufen. Die Vision des Vorhabens: eine leistungsfähige therapeutische Schnittstelle zum Gehirn zu schaffen – und die elektrische Hirnaktivität mit Künstlicher Intelligenz (KI) zu verbinden.

Eine Elektrode im Gehirn registriert neuronale Signalströme und leitet sie an eine Elektronikeinheit weiter, die hinter dem Ohr sitzt.

Hirnstrommuster vor Ort auslesen und digitalisieren

„Schon heute wird KI eingesetzt, um Hirnsignale genauer zu verstehen. Wir wollen in Zukunft auch die Behandlung bei schwer erkrankten Patienten verbessern“, sagt Jörn Rickert, Geschäftsführer der Freiburger CorTec GmbH, die das bis 2020 laufende Projekt koordiniert. Auch wenn größere klinische Tests noch ausstehen, ist der Ansatz gleichwohl faszinierend. Er basiert auf einer Technologie namens Brain Interchange (BIC), die sowohl für die Messung wie Stimulation der Hirnaktivität ausgelegt ist. Dabei werden zunächst neuronale Signale durch ins Gehirn eingesetzte Elektroden registriert. CorTec hat dazu gemeinsam mit Mikrotechnik-Experten der Universität Freiburg eine fingernagelgroße, flexible und biokompatible Oberflächenelektrode entwickelt, die hochaufgelöste Hirnstrommuster direkt auf der Hirnrinde auslesen kann. Doch auch Elektroden anderer Hersteller zur Signalmessung in tiefer gelegenen Hirnstrukturen lassen sich in das Brain-Interchange-System einbinden. Die registrierten Signalströme gelangen über feinste Verbindungskabel durch den

Schädelknochen zu einer keramisch verkapselten, hinter dem Ohr eingepflanzten Elektronikeinheit, die die Nervensignale digitalisiert und per Funk mit einem beispielsweise am Arm getragenen Computermodul kommuniziert. Eine selbstlernende Software wertet die Signale aus dem Großhirn aus.

Liegt die Elektrode beispielsweise auf den motorischen Hirnrindenfeldern, lässt sich auf diese Weise erkennen, ob ein gelähmter Patient die Hand bewegen möchte. Die Hirnaktivität kann dann in Befehle an ein beliebiges technisches Gerät übersetzt werden – etwa eine elektronisch gesteuerte Prothese, einen Bildschirm-Cursor oder auch einen mobilen Assistenzroboter.

Tatsächlich haben in den letzten zwei Jahrzehnten viele internationale Teams die Einsatzmöglichkeiten solcher Gehirn-Computer-Schnittstellen intensiv erforscht. In Pilotstudien haben sich dabei auch nicht-invasive Ansätze als nützlich erwiesen, bei denen die Hirnaktivität zum Beispiel über herkömmliche EEG-Elektroden auf der Kopfhaut gemessen wird, was einen neurochirurgischen Eingriff unnötig macht. „Allerdings sind die Signalmuster bei implantierten Elektroden robuster und haben eine deutlich höhere Signalqualität“, kommentiert Rickert.

Individuelle und bedarfsgesteuerte Hirnstimulation

Zudem empfängt das Brain-Interchange-System nicht nur Signale aus dem Gehirn, sondern kann über die implantierten Elektroden auch elektrische Impulse an das Hirngewebe abgeben, also in beide Richtungen kommunizieren. Durch die fortlaufende Signalanalyse mit adaptiven Algorithmen lässt sich dabei die elektrische Stimulation an den jeweiligen Bedarf des Patienten anpassen.

Genau dies könnte beispielsweise Parkinson-Patienten zugutekommen. Bei manchen von ihnen werden bereits heute sogenannte Hirnschrittmacher eingesetzt, um motorische Störungen zu unterbinden. In der Regel arbeiten sie allerdings noch ohne bedarfsgesteuerte Rückkopplung und geben kontinuierlich elektrische Impulse ab. Auch Epilepsie-Patienten können profitieren, wenn ein neurotechnisches Stimulationssystem (ähnlich wie ein moderner Herzschrittmacher) nur dann aktiv wird, wenn die neuronalen Signalmuster auf einen bevorstehenden Anfall hinweisen. Nicht zuletzt legen aktuelle Forschungen nahe, dass sich bei Schlaganfällen die motorische Rehabilitation und Neuorganisation zerebraler Schaltkreise durch eine gezielte Hirnstimulation unterstützen lässt.

„Natürlich stecken die neurotechnischen Therapien insgesamt noch in den Kinderschuhen“, räumt Rickert ein. Gerade bei Erkrankungen, die mit Medikamenten nicht gut behandelbar sind, könnten sie zukünftig jedoch vielversprechende Alternativen bieten. Im Rahmen des MOTOR-BIC-Projekts haben die beteiligten Partner nicht-invasive Voruntersuchungen bei einzelnen Patienten durchgeführt, technische Komponenten des Brain-Interchange-Systems weiterentwickelt und die Anwendung Künstlicher Intelligenz genauer erforscht. Nun hofft das Team, den Nutzen des intelligenten Neuroimplantats auch in klinischen Studien nachhaltig untermauern zu können.

Förderprojekt MOTOR-BIC

Projekttitel:	Implantierbare, bidirektionale Gehirn-Computer-Schnittstelle zur Wiederherstellung motorischer Funktionen
Verbundpartner:	CorTec GmbH (Koordination); Universität Ulm, Institut für Mikroelektronik; Universitätsklinikum Tübingen, Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie; Universitätsklinikum Freiburg, Intracranial EEG and Brain Imaging Group; Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, IMTEK, Biomedizinische Mikrotechnik
Fördersumme:	5.189.142 Euro
Laufzeit:	5/2015 bis 8/2020

Tägliche Bewegungsübungen mit der VR-Brille

Zwei bis drei von 1.000 lebendgeborenen Kindern erleiden aufgrund von Sauerstoffmangel vor, während oder kurz nach der Geburt eine Hirnschädigung, die sogenannte infantile Cerebralparese. Sie ist die häufigste Ursache für spastische Bewegungsstörungen bei Kindern. Die Erkrankung ist nicht heilbar. Die kleinen Patienten sollen täglich Bewegungsübungen absolvieren – die Krankenkassen bezahlen allerdings nur eine bis zwei Trainingseinheiten pro Woche. MightyU möchte die Patienten und ihre Angehörigen zu täglichen Übungen in einer Virtuellen Realität (VR) motivieren: Über eine VR-Brille können die Kinder in ihre Trainingswelt abtauchen und dort Übungen absolvieren. Das System erfasst und analysiert ihre Muskelspannung und Bewegungsdaten. Darauf basierend, können Pflegekräfte den Trainingsplan fortlaufend an die Fähigkeiten und Fortschritte ihrer Schützlinge anpassen.

Förderprojekt MightyU	
Projekttitel:	Adaptive Therapieunterstützung für Kinder und Jugendliche mit Cerebralparese
Verbundpartner:	Velamed GmbH (Koordination), Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik (ISST), Centigrade GmbH, Ruhr-Universität Bochum meap GmbH
Fördersumme:	1.476.910 Euro
Laufzeit:	2/2019 bis 1/2022

Verlauf von Multipler Sklerose präziser vermessen

Multiple Sklerose (MS) ist die häufigste entzündliche Erkrankung des zentralen Nervensystems. Sie ist von Entzündungsherden und einer Schrumpfung (der sogenannten Atrophie) des Gehirns und des Rückenmarks geprägt. Diese nehmen im Laufe der Zeit zu, sodass die Betroffenen immer stärker eingeschränkt werden. In den vergangenen Jahren sind neue Medikamente auf den Markt gekommen, die MS-bedingte Gewebezerstörungen aufhalten. Sie wirken umso besser, je zuverlässiger bestimmt werden kann, wie Rückenmark und Gehirn sich verändern. Doch während Entzündungen sehr gut mittels Magnetresonanztomographie (MRT) sichtbar gemacht werden können, ist es bislang noch nicht möglich, Schrumpfungsprozesse genau zu beobachten. Im Rahmen des Projekts wird ein MS-Atrophie-Vermessungssystem erforscht und realisiert, das basierend auf Standard-MRT-Bildern das Ausmaß der Veränderungen der spinalen (Halsmark) sowie der Atrophie im Gehirn genau bestimmen kann. So kann früher als bisher überprüft werden, ob die medikamentöse Therapie anschlägt oder angepasst werden muss.

Förderprojekt MS Atrophie	
Projekttitel:	MRT-basierte Vermessung der zerebralen und spinalen Gewebedegeneration zur Therapieüberwachung von Patienten mit Multipler Sklerose
Verbundpartner:	jung diagnostics GmbH (Koordination), mediri GmbH, Fraunhofer-Institut für Bildgestützte Medizin (MEVIS)
Fördersumme:	1.017.819 Euro
Laufzeit:	7/2016 bis 9/2019

Schlaganfall-Reha mit Virtual Reality kombiniert

Jedes Jahr erleiden 270.000 Menschen in Deutschland einen Schlaganfall. Der Weg zurück in den Alltag ist lang und mühsam. Verordnete Rehabilitationsmaßnahmen allein reichen oft nicht aus, die Betroffenen körperlich und geistig so weit wiederherzustellen, dass sie selbstständig am gesellschaftlichen und beruflichen Leben teilhaben können. Wissenschaftler der Eberhard-Karls-Universität Tübingen arbeiten an einem digitalen Therapiesystem, das Patienten mithilfe Virtueller Realität (VR) in die Lage versetzt, die Bewegung eines gelähmten Körperteils zu spüren. Diese Wahrnehmung begünstigt den Heilungsprozess. Ein großer Vorteil besteht außerdem darin, dass die Patienten ihre krankengymnastischen Übungen eigenständig absolvieren können. Um die Therapie auf die Hirnaktivitäten jedes einzelnen Patienten zuschneiden zu können, wird das System zudem mit einem Elektroenzephalographie (EEG)-System ausgestattet.

Förderprojekt Rehality	
Projekttitel:	Closed-loop Softwaresystem zur Neurorehabilitation nach Schlaganfall durch personalisierte EEG/EMG-Hirnzustand-gesteuertes Virtual Reality-Therapieparadigma
Verbundpartner:	Eberhard-Karls-Universität Tübingen (Koordination), Hochschule der Medien, Stuttgart, VTplus GmbH
Fördersumme:	1.463.175 Euro
Laufzeit:	4/2019 bis 3/2022

Virtuelle Welten für digitale Diagnostik und Reha

Eine Demenzerkrankung oder ein Schlaganfall geht für viele Betroffene mit kognitiven Einschränkungen einher. Je eher diese Beeinträchtigungen erkannt werden, umso besser kann den Patienten geholfen werden. Die zur Verfügung stehenden Diagnoseverfahren sind allerdings nicht besonders präzise, sodass Therapien häufig zu spät verordnet werden. Im Rahmen des Projektes sollen Patienten mithilfe einer Virtual-Reality-Brille in eine computeranimierte 3D-Welt eintauchen, dort untersucht und auch behandelt werden. Mit realitätsnahen Tests sollen die Störungsprofile der Patienten präzise erfasst und darauf basierend individuelle Trainingspläne abgeleitet werden. Die Trainingspläne werden alsdann kontinuierlich an die Leistungsprofile der Patienten angepasst. So können kognitive Störungen besser und alltagsnäher behandelt werden.

Förderprojekt VReha	
Projekttitel:	Virtuelle Welten für digitale Diagnostik und kognitive Rehabilitation
Verbundpartner:	HASOMED Hard- und Software für Medizin GmbH (Koordination), Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften, Universität Leipzig, Charité – Universitätsmedizin Berlin
Fördersumme:	1.812.040 Euro
Laufzeit:	12/2017 bis 5/2020

2.4 Psychische Erkrankungen

Psychische Erkrankungen zählen zu den größten Herausforderungen des Gesundheitssystems. Neben der eingeschränkten Lebensqualität für die Betroffenen sind sie Hauptursache für Arbeitsunfähigkeit und Frühverrentungen. Nur ein Fünftel der Erkrankten begibt sich derzeit in Behandlung. Digitale Angebote haben das Potenzial, die psychische Gesundheitsversorgung zu verbessern. Auch wenn sie den Arztbesuch nicht ersetzen können, so sind sie eine wichtige Ergänzung in Therapie und Prävention seelischer Leiden.

Psychische Erkrankungen sind Volkskrankheiten: In Deutschland sind jedes Jahr etwa 28 Prozent der erwachsenen Bevölkerung von einer psychischen Erkrankung betroffen. Häufige Diagnosen sind Angst- und Zwangsstörungen, affektive Störungen – zu denen Depressionen zählen – und Störungen durch Alkohol- oder Medikamentenkonsum. Auch Kinder und Jugendliche sind zunehmend von psychischen Erkrankungen betroffen. Die derzeitige Behandlung beruht auf medikamentösen und nicht-medikamentösen Verfahren wie der Psychotherapie. Wenn die Seele leidet, wirkt sich das nicht nur auf die Lebensqualität der Betroffenen und deren Familien aus, sondern auch auf die Arbeitswelt und das Gesundheitssystem. So sind psychische Erkrankungen heute die am zweithäufigsten gestellte Diagnose bei Krankschreibungen und Arbeitsunfähigkeit. Meistens fallen Arbeitnehmer lange aus: Die durchschnittliche Dauer psychisch bedingter Krankheitsfälle ist mit 39 Tagen mehr als dreimal so hoch wie bei anderen Erkrankungen (BKK Gesundheitsreport 2018).

Laut Statistischem Bundesamt entstehen im Zusammenhang mit psychischen Störungen und Verhaltensstörungen direkte Krankheitskosten in Höhe von rund 44,4 Milliarden Euro. Nach Angaben der Deutschen Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde (DGPPN) nimmt nur knapp jeder fünfte Betroffene professionelle Hilfe in Anspruch. Vielfach scheitert es auch daran, dass Betroffene nicht erkennen, dass sie Hilfe von Psychologen oder Psychiatern bräuchten. Andere Betroffene

scheuen den Weg zum Arzt. Im internationalen Vergleich zählt Deutschland hier zwar zu den am besten ausgestattenen Gesundheitssystemen: Laut aktueller OECD-Statistik hat Deutschland mit 27 Psychiatern pro 100.000 Einwohner inzwischen die zweithöchste Ärztedichte der OECD-Länder, nur die Schweiz zählt mehr Spezialisten pro Kopf (DGPPN-Dossier zur Versorgung 2018). Gleichwohl sind die 19 Prozent der Betroffenen, die hierzulande professionelle Hilfe in Anspruch nehmen, mit Versorgungsengpässen konfrontiert: So warten Erkrankte im Durchschnitt 20 Wochen auf einen Psychotherapieplatz – viel Zeit, in der die Leiden chronisch werden können. Zudem gibt es ein starkes Stadt-Land-Gefälle in der Versorgungsdichte, sowohl was die ambulante Behandlung durch Fachärzte und Psychotherapeuten als auch die stationäre Versorgung in Kliniken angeht (DGPPN-Dossier 2018).

Digitale Angebote als wichtige Ergänzung

Digitale Angebote haben das Potenzial, diese Versorgungslücke zumindest teilweise zu schließen. Im Internet sind inzwischen viele Angebote erhältlich, die zur Prävention, aber auch zur Behandlung von psychischen Symptomen angeboten werden. Digitale Therapieangebote reichen von selbst angeleiteten Trainingsprogrammen über Chat- oder Video-gestützte Konzepte bis hin zu professionell begleiteten Trainingssystemen. Viele dieser Angebote bergen das Potenzial, ein wichtiger Baustein bei der Behandlung von psychischen Störungen zu werden.

Experten betonen jedoch: Betroffene mit psychischen Problemen sollten nicht allein auf derartige Angebote zurückgreifen. Denn noch fehlen einheitliche Qualitätskriterien, an denen sich Patienten und Ärzte orientieren können. Für eine Reihe von Angeboten liegen inzwischen gesicherte Wirksamkeitsnachweise vor. Sehr gut untersucht sind Programme zur Behandlung von Depression und Angststörungen, den beiden am weitesten verbreiteten psychischen Erkrankungen in der Bevölkerung. Hier haben sich gute Erfolge gezeigt, wobei die Interventionen meist auf kognitiv-verhaltenstherapeutischen Ansätzen beruhen. So gilt die Wirksamkeit von Virtual-Reality-Therapien zur Behandlung von Angststörungen inzwischen als hinreichend belegt. Die computergenerierten Simulationen können eine Konfrontationstherapie mit echten Angstauslösern ersetzen.

Zur Behandlung von Depressionen liegen Selbstmanagement-Programme mithilfe des Smartphones im Trend. Sie sind niederschwellig zugänglich, überall erreichbar und stehen rund um die Uhr zur Verfügung. Die Anonymität von Online-Therapieangeboten könnte manchen Menschen mit psychischen Problemen den Zugang zur Versorgung erleichtern und dabei helfen, mögliche Stigmatisierungen zu reduzieren.

Für Menschen in dünnbesiedelten Regionen oder etwa bei monatelangen Wartezeiten können solche Angebote Engpässe überwinden helfen. Digitale Therapie- und Präventionsangebote können den Arztbesuch jedoch nicht ersetzen. Die Behandlung von psychischen Störungen setzt eine genaue Diagnose voraus, die nur von einem Facharzt gestellt werden kann. Eine solide Diagnostik ist gerade auch deshalb wichtig, um geeignete digitale Angebote für eine spezifische Indikation auszuwählen.

Im Durchschnitt warten Erkrankte 20 Wochen auf einen Psychotherapie-Platz. Digitale Angebote können helfen, Engpässe zu überbrücken.

Mit Virtual Reality gegen persönliche Ängste

Höhenangst, Spinnen-Phobie oder Furcht, vor großem Publikum zu sprechen: Etwa 15 Prozent der Erwachsenen hierzulande leiden unter einer Angststörung. Als wirksame Behandlung hat sich die Konfrontationstherapie erwiesen, doch die ist für Patient und Psychotherapeuten oft zu aufwendig oder nicht praktikabel. Virtual-Reality-Technologie (VR) kann helfen, angstauslösende Situationen zu simulieren. Heilbronner Informatiker haben im Verbundprojekt EVElyn dazu mit Partnern aus Wirtschaft und Klinik VR-Therapien für verschiedene Angststörungen entwickelt, die für den Einsatz in der ambulanten Versorgung geeignet sind.

Schwindelerregender Blick vom Zehn-Meter-Brett. Frei sprechen im Angesicht eines Hörsaals voller Leute. Eine Begegnung mit übergroßen Spinnen. In den Räumen des Usability & Interaction Technology Laboratory (UniTyLab) der Hochschule Heilbronn bekommt man es vielfach mit der Angst zu tun. Furchteinflößende Situationen werden hier für das Gehirn real – doch die Szenarien sind nur simuliert, mithilfe der Virtual-Reality-Technologie-Plattform „EVElyn". Probanden bekommen die Möglichkeit, sich ihren individuellen Ängsten zu stellen. Es ist auch ein Blick in die digitale Zukunft der Psychotherapie. VR wird hier zunehmend als Methode bei der Erforschung und Therapie von Zwangsstörungen, Traumata und Phobien eingesetzt.

Die Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie, Psychosomatik und Nervenheilkunde (DGPPN) empfiehlt die sogenannte VR-Therapie bereits seit einigen Jahren in ihren Therapie-Leitlinien. Vielfach fehlt es jedoch an entsprechenden Systemen für den Einsatz in der breiten medizinischen Versorgungspraxis. Das will das EVElyn-Team um Gerrit Meixner, Professor für Mensch-Technik-Interaktion an der Hochschule Heilbronn, ändern. „Unser Ziel ist es, VR-Systeme zu entwickeln, die erschwinglich und gut handhabbar sind, damit sie tatsächlich in Ambulanzen und Psychotherapie-Praxen zum Einsatz kommen können", sagt Meixner.

Mehr als 15 Prozent aller Erwachsenen entwickeln in Deutschland einmal im Leben eine behandlungsbedürftige Angststörung. Neben der Depression ist sie die häufigste psychische Erkrankung überhaupt.

VR-Therapie

Virtual Reality (VR) ist eine computergenerierte Wirklichkeit. Als digitale Technologie ist sie nicht nur in der Computerspieleindustrie gefragt, sondern erobert auch die Medizin. Schlüssel zu den virtuellen Welten sind neben der Software die VR-Brillen als Endgeräte: Mit hochauflösenden Displays versetzen sie den Nutzer in eine künstliche Welt mit 360-Grad-Rundumblick. Das sorgt für besonders realitätsnahe 3D-Darstellungen. Gerade für die Behandlung von Angst- und Belastungsstörungen wird der VR-Therapie ein großes Potenzial eingeräumt. Die Wirksamkeit dieser Behandlungsstrategie wurde in zahlreichen klinischen Studien belegt.

Die Konfrontationstherapie hat sich seit Jahrzehnten bewährt: Die Patienten stellen sich darin direkt den Angstauslösern. Im Verlauf dieser Exposition lernen sie, sich mit ihrer Angst auseinanderzusetzen und erleben, dass die gefürchteten Konsequenzen gar nicht eintreten. Jedoch wird die Konfrontationstherapie noch viel zu selten angewandt. Denn für Patient und Therapeut bedeutet das in vielen Fällen einen hohen organisatorischen Aufwand. Außerdem sollte die Konfrontation mit dem Angstauslöser mehrfach wiederholt werden, damit die Therapie effektiv ist.

Handelsübliche VR-Brillen im Einsatz

Die VR-Therapien aus dem EVElyn-Konsortium sind kontrollierbar, lassen sich schrittweise intensivieren und sind beliebig wiederholbar. Der Therapeut beobachtet die Erfahrungen auf dem Kontrollbildschirm. Im Rahmen des Projekts haben die Forscher verschiedene Demonstratoren gebaut. Die Heilbronner Informatiker arbeiten eng mit der VTplus GmbH zusammen. Das auf VR-Anwendungen in der Medizin spezialisierte Unternehmen ist ein Spin-off der Universität Würzburg. Im Konsortium ist die Firma dafür zuständig,

In diesem VR-Szenario des EVElyn-Konsortiums wird der Sprung von einem Zehn-Meter-Brett im Schwimmbad simuliert.

die Systeme zur Marktreife zu bringen. Während die Software jeweils spezifisch für den Therapiezweck entwickelt wurde, lassen sich als Hardware handelsübliche VR-Brillen nutzen. Zudem haben die Forschenden in Heilbronn einen Hightech-Übungsraum mit einem Trackingsystem aus 15 Kameras eingerichtet. In ihm können sich Probanden dank eines Wireless Transmitters, der an der VR-Brille angebracht ist, ohne störende Kabel frei bewegen. Neben VR-Brillen kommen auch mit Sensoren versehene Datenhandschuhe zum Einsatz, mit denen man Gegenstände berühren, hochnehmen und wieder ablegen kann.

Praxistest in der Klinik-Ambulanz

In den drei Jahren der Zusammenarbeit hat das EVElyn-Team ein ganzes Spektrum an für Konfrontationstherapien relevanten Angstszenarien entwickelt. Dazu wurden im Vorfeld 65 Psychotherapeuten nach ihren Einschätzungen und ihrem Bedarf befragt. Neben Höhenangst und Klaustrophobie kann man sich auch der Angst vor Autofahren oder Flugangst in einer VR-Simulation stellen. Auch für Sozialphobien wurden Szenarien entwickelt – etwa überfüllte Busse und U-Bahnen oder eine Vortragssituation vor einem voll besetzten Klassenzimmer oder noch größeren Menschenansammlungen. Als klinischer Partner ist das kbo-Inn-Salzbach-Klinikum, ein Fachkrankenhaus für psychische Erkrankungen im bayerischen Wasserburg, an Bord. Hier werden die Demonstratoren derzeit in klinischen Tests in der Ambulanz erprobt. Lässt sich so die Wirksamkeit der VR-Therapien untermauern, sollen die Systeme schnell in den Markt eingeführt werden, damit deutlich mehr Angstpatienten von der virtuellen Konfrontationstherapie profitieren können.

Förderprojekt EVElyn

Projekttitel:	Entwicklung einer ambulanten Konfrontationstherapie in der Virtuellen Realität für Patienten mit Angststörungen
Verbundpartner:	Hochschule Heilbronn, Uni-TyLab (Koordination), VTplus GmbH, kbo-Inn-Salzbach-Klinikum gemeinnützige GmbH
Fördersumme:	1.346.820 Euro
Laufzeit:	10/2016 bis 12/2019

Depression selbst einschätzen und besser managen

Etwa vier Millionen Menschen leiden hierzulande an Depressionen, eine angemessene Versorgung wird durch Engpässe bei den Behandlungsressourcen erschwert. Im Projekt SELFPASS wird eine therapeutische Softwarelösung für Patienten geschaffen, die ihnen ein Selbstmanagement der Erkrankung ermöglicht und den Patienten dabei unterstützt, eine Besserung der erlebten seelischen Situation zu erfahren. Mithilfe digitaler Selbsteinschätzung ermöglicht die intelligente Software eine Quantifizierung und Protokollierung der Symptome. Neben der Selbsteinschätzung werden auch objektivierbare Daten wie Biosignale (z.B. von Fitnesstrackern) und standortabhängige Umweltinformationen (etwa Wetterinfo) erfasst. Die SELFPASS-Therapieplattform wird als selbstlernendes System konzipiert. Den Anwendern bietet die Software Analysen und Feedbacks sowie personalisierte Therapieeinheiten und Unterstützung an.

Förderprojekt SELFPASS

Projekttitel:	Self-administered Psycho-TherApy-SystemS
Verbundpartner:	Technische Universität Berlin FG für Informations- und Kommunikationsmanagement (Koordination), Universität Heidelberg, Westfälische Hochschule, medisite GmbH
Fördersumme:	2.357.298 Euro
Laufzeit:	12/2016 bis 5/2020

Smartphone-Daten für die Depressionstherapie

Ziel von STEADY ist der Aufbau einer digitalen Plattform, die es Patienten erlaubt, mithilfe des Smartphones Daten über den Krankheitsverlauf zu erheben. Patienten mit affektiven Störungen können so mit geringem Aufwand Bio- und Selbstmonitoring-Daten über längere Zeiträume selbst erheben. Im Rahmen einer Pilotstudie soll der Wert der Daten für das Selbstmanagement von Depressionen überprüft werden. Zum Einsatz kommen Smartphones und Biosensoren wie die sogenannten Wearables, mit denen Bio- und Verhaltensparameter sowie Umwelteinflüsse erfasst werden. Diese werden ergänzt um eigene Erhebungen zu Stimmung und Befinden. Ziel ist es, den Patienten genauer als über die reine Selbstwahrnehmung auf Veränderungen seiner Symptomatik hinzuweisen, etwa auf eine beginnende depressive Episode. Das erleichtert prophylaktische Interventionen und hilft, das Selbstmanagement zu optimieren. Im Projekt werden die Chancen, aber auch Risiken und Nachteile der digitalen Selbstvermessung systematisch erfasst.

Förderprojekt STEADY

Projekttitel:	Sensorbasiertes System zur Therapieunterstützung und zum Management von Depressionen
Verbundpartner:	Institut für Angewandte Informatik (InfAI) e.V. (Koordination), Stiftung Deutsche Depressionshilfe adesso AG, Universität Leipzig, InfAI Management GmbH
Fördersumme:	1.657.570 Euro
Laufzeit:	11/2016 bis 12/2019

Furcht vor Spinnen mit Virtual Reality abbauen

Der Anblick einer Spinne lässt Patienten mit einer Phobie panisch werden. Etwa 6 Prozent der Bevölkerung geht es so. Sie werden mithilfe einer Konfrontationstherapie behandelt. Dabei wird der Patient mit dem angstauslösenden Objekt konfrontiert und lernt mit der Zeit, die Ängste abzubauen und sich an die Situation zu gewöhnen. Im Rahmen des DigiPhobie-Projekts wird eine Therapiesoftware für ein Virtual-Reality- oder Augmented-Reality-System entwickelt, das der Patient zu Hause mit geringem logistischen und finanziellen Aufwand nutzen kann. Die Behandlung in der eigenen häuslichen Umgebung bietet den Patienten dabei ein höheres Sicherheitsgefühl. Mit der virtuellen Therapie können zudem Patienten erreicht und motiviert werden, die eine Konfrontation mit echten Spinnen zunächst scheuen. Die Wirksamkeit der digitalen Therapie wird in einer klinischen Studie untersucht. Die Ergebnisse dienen auch als Basis für Behandlungskonzepte für andere spezifische Phobien.

Förderprojekt DigiPhobie

Projekttitel:	Digitale Therapie zur häuslichen Behandlung von spezifischen Phobien
Verbundpartner:	Promotion Software GmbH (Koordination), Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT), Universität des Saarlandes
Fördersumme:	1.507.150 Euro
Laufzeit:	1/2017 bis 12/2020

ADHS gezielt per Neurostimulation behandeln

Die Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS) betrifft in Deutschland etwa 5 Prozent aller Kinder und Jugendlichen. 43 Prozent der erkrankten Kinder und ein Drittel der Erwachsenen werden medikamentös behandelt. Erste Studien haben gezeigt, dass auch mit einer individuell an die Hirnstromkurven eines Patienten angepassten Stimulation des Gehirns das Aufmerksamkeitsvermögen verbessert werden kann. Ziel des Projektes ATTENTION ist die Entwicklung eines Medizintechnik-Systems, das eine patientenspezifische Stimulation des Gehirns bei zeitgleicher Messung der Hirnstromkurven per EEG ermöglicht. Es wird ein Demonstrator entwickelt, der laufend Messwerte aus dem EEG extrahiert und diese für eine zielgerichtete Neurostimulation nutzt. Zudem wird eine digitale Plattform entwickelt, um das System besser kontrollieren und steuern zu können – für eine möglichst effektive und nebenwirkungsarme ADHS-Therapie.

Förderprojekt ATTENTION

Projekttitel:	ADHS Therapie mittels Transkranieller Elektrischer Neurostimulation
Verbundpartner:	Ascora GmbH (Koordination), neuroConn GmbH, Applied Biosignals GmbH, Universität Oldenburg, Universität Bonn, Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie (IDMT)
Fördersumme:	1.119.432 Euro
Laufzeit:	1/2019 bis 12/2021

2.5 Erkrankungen der Sinnesorgane

Funktionierende Sinnes- und Kommunikationsorgane sind für eine Teilnahme am Alltagsleben elementar. Entsprechend stark schränken Erkrankungen oder Beschwerden an Ohren, Augen oder der Stimme die Lebensqualität der Betroffenen ein. Die Digitalisierung wird die Versorgung von Menschen mit nicht oder schlecht funktionierenden Sinnes- und Sprachorganen verbessern.

Die Sinnesorgane des Menschen sind sehr komplex aufgebaut, genauso vielschichtig sind die sich daraus ergebenden Krankheitsbilder. Im Bereich des Auges sind die häufigsten Krankheitsbilder die Fehlsichtigkeit, Grauer Star und Grüner Star, Bindehautentzündung, Nachtblindheit und Makuladegeneration. Erkrankungen an den Ohren sind oft nur vorübergehend, können aber auch chronisch werden. Die wesentlichen Probleme sind dabei Entzündungen des Ohrs, Schwerhörigkeit bis zur Taubheit, Verletzung des Trommelfells und der Tinnitus. Der Verlust der Stimme hängt oft mit anderen Erkrankungen zusammen und kann zum Beispiel nach Operationen am Kehlkopf oder der Schilddrüse auftreten. Der Stimmapparat wird unter Umständen durch den Eingriff beeinträchtigt. Innovative digitale Medizintechnik kann das verhindern oder im Nachhinein den Patienten wieder eine Stimme geben. Einschränkungen der Sinnes- und Kommunikationsorgane können eine erhebliche Beeinträchtigung darstellen. Die eine Gruppe der Patienten leidet bereits von Geburt an unter diesen Einschränkungen. Ein zunehmender Prozentsatz der Erkrankten bekommt allerdings mit zunehmendem Alter Schwierigkeiten beim Hören, Sehen oder Sprechen. Die Zahl solcher altersbedingter Beschwerden und Erkrankungen wird, bedingt durch den demografischen Wandel, noch wesentlich größer werden.

Der altersabhängige Hörverlust etwa ist in den WHO-Statistiken zur Erkrankungshäufigkeit weit nach vorn gerückt und nahm im Jahr 2017 schon den fünften Platz ein. Derzeit leiden weltweit rund 466 Millionen Menschen an Hörverlust oder Taubheit, die WHO

rechnet mit 900 Millionen Betroffenen im Jahr 2050. Die für das höhere Alter typische Form der Schwerhörigkeit ist die Innenohrschwerhörigkeit. Ihr lässt sich in der Anfangsphase mit Hörgeräten begegnen. Die Digitalisierung ermöglicht dabei zukünftig eine bessere Steuerung und individuellere Anpassung für die Träger der Geräte. Mittels Apps und digitalen Plattformen sind die Hörgeräte besser auf verschiedene Situationen einzustellen. Schwere bis hochgradige Schallempfindungs-Schwerhörigkeit führt dazu, dass der Betroffene fast keine Töne mehr hört, egal welche Frequenz diese haben. Nach Zahlen des Statistischen Bundesamtes, die auf der Schwerbehinderten-Statistik beruhen, leiden in Deutschland rund 4 Prozent der Bevölkerung unter einer hochgradigen Einschränkung ihres Gehörs. Diese Art von Hörverlust kommt bei Personen aller Altersklassen vor und wird normalerweise durch Lärm, Verletzung, Krankheit, gehörschädigende Medikamente oder genetische Veranlagung ausgelöst. Bei derartigen Krankheitsbildern helfen Cochlea-Implantate (CI) dabei, wieder zu hören. Die CIs der Zukunft werden noch kleiner – mit dem Ziel, ein Implantat und den Audioprozessor in einem Gehäuse unsichtbar unter der Haut zu implantieren. Hier wird die interne mit der externen Technik vereint. Man spricht von voll implantierbaren CI-Systemen. Außerdem wird für die Stimulation der Nervenstrukturen auch an völlig anderen Methoden geforscht – wie der Stimulation mittels Licht. Der Vorteil liegt in der wesentlich besseren Selektivität.

Immer mehr Netzhauterkrankungen

Auch Erkrankungen des Auges sind eine wichtige Ursache schwerwiegender Einschränkungen in einer alternden Gesellschaft. Neben Glaukom und Katarakt gilt das vor allem für die altersabhängige Degeneration der Netzhaut, der Altersbedingten Makuladegeneration (AMD). In Deutschland sind inzwischen annähernd sechs Millionen Menschen davon betroffen. 30.000 bis 40.000 von ihnen kommen in ein fortgeschrittenes, dann stark therapiebedürftiges Stadium, das bis zur Erblindung fortschreiten kann. Experten schätzen, dass die Zahl der AMD-Patienten in Europa bis 2050 um 20 Prozent steigen wird. Jenseits des 75. Lebensjahres wird sogar mit einem Anstieg um 67 Prozent gerechnet. Gleichzeitig gibt es immer bessere Möglichkeiten zur Therapie der AMD. Diese invasiven Verfahren sind allerdings mit einem gewissen Risiko behaftet und können das Fortschreiten der Erkrankung bislang nur verzögern. Rechenintensive Simulationen könnten zukünftig dazu genutzt werden, um den Effekt invasiver Behandlungen auf die Netzhaut individuell vorherzusagen und damit zu verbessern. Auch die langjährige Forschung zu Sehprothesen, also Sensorchips, die die Signalverarbeitung im Auge anstelle der erkrankten Netzhaut übernehmen, erhält durch die Digitalisierung ganz neue Impulse. So können Implantate dank Simulationen und komplexer Bildverarbeitung besser platziert werden. Selbstlernende Systeme könnten dazu beitragen, die Mustererkennung solcher künstlicher Netzhäute zu verbessern und die Sehleistung somit realitätsnäher zu gestalten.

Risiko Stimmverlust nach Operation

Zu einer effektiven Verständigung gehört neben der Sinneswahrnehmung auch die Artikulation, insbesondere die Stimme. Spezifische Erkrankungen des Kehlkopfs sind vergleichsweise selten, aber dafür umso gravierender. Dies trifft insbesondere auf die rund 4.000 Menschen zu, die in Deutschland pro Jahr neu an Kehlkopfkrebs erkranken, bei etwa jedem Dritten muss der Kehlkopf aufgrund des Tumors ganz entfernt werden. Insgesamt leben hierzulande rund 20.000 Menschen nach einer Tumoroperation ohne Kehlkopf und damit ohne normale Stimmfähigkeiten. Durch Digitalisierung in Verbindung mit einer technischen Miniaturisierung bieten sich große Chancen, die Kommunikationsfähigkeit – und damit die Lebensqualität – bei dieser Patientengruppe mittelfristig deutlich zu verbessern. Eine Chance bietet moderne Medizintechnik auch für Menschen, die sich einer Schilddrüsenoperation unterziehen. Rund 70.000 Eingriffe pro Jahr werden derzeit laut einer aktuellen Bertelsmann-Studie in Deutschland durchgeführt. Eine häufige Komplikation: die Verletzung von Nervengewebe, das für die Funktion der Stimmbänder wichtig ist. Patienten leiden anschließend unter chronischer Heiserkeit oder Stimmverlust. Mit innovativer digitaler Sensorik können Chirurgen während der OP kontrollieren, dass sie dem empfindlichen Gewebe nicht zu nahe kommen.

Digitale Präzisionsmedizin für Menschen mit Innenohrschwerhörigkeit

Wenn Ärzte ein Cochlea-Implantat (CI) einsetzen, dann gilt es, bestmögliches Hörvermögen zu erreichen und die noch intakten Sinneszellen des Innenohrs möglichst zu schonen. Dabei hilft eine Software-Anwendung, die in dem BMBF-geförderten my-CI-Projekt entwickelt wurde. Jetzt soll daraus ein zertifiziertes Medizinprodukt werden.

Cochlea-Implantate sind Stimulatoren des Hörnervs, die bei Innenohrschwerhörigkeit zum Einsatz kommen. Sie wandeln akustische Signale aus der Umgebung in elektrische Reize um und umgehen damit die defekten Sinneszellen. Die Elektroden werden über einen knöchernen Zugang hinter dem Ohr in der Hörschnecke platziert, dort wo bei Gesunden die Sinneszellen liegen. Für hohe Frequenzen wird der Hörnerv relativ weit unten stimuliert. Für tiefe Frequenzen müssen die Elektroden entsprechend weiter in Richtung Spitze der Hörschnecke vorgeschoben werden.

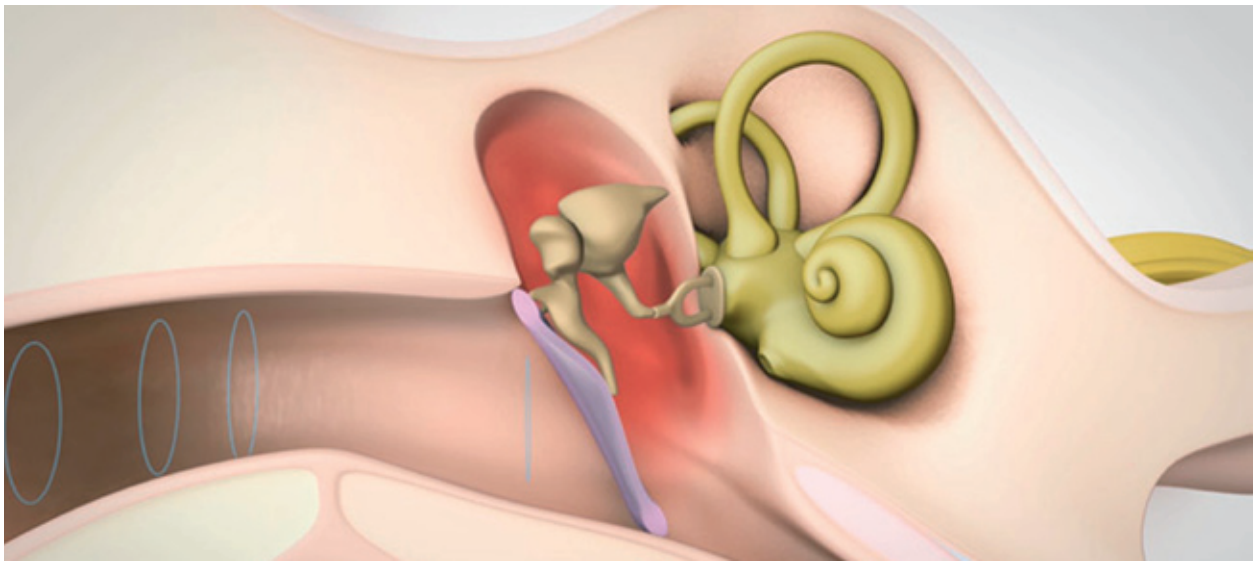
Präzise Platzierung der Elektroden vermeidet Komplikationen

„Die Herausforderung bei der CI-Implantation besteht darin, die Elektrode exakt so zu platzieren, dass sie zu dem individuellen Muster des Hörverlusts passt“, betont Thomas Lenarz, Direktor der Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde an der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH). „Gleichzeitig sollte das Hörvermögen in den verbliebenen Frequenzbereichen möglichst nicht beeinträchtigt werden.“ Das Ganze wird dadurch verkompliziert, dass die Hörschnecke bei Menschen unterschiedlich groß ist: Die Länge variiert zwischen 28 und 45 Millimetern. „Es gibt also keine Standardlängen der Elektroden bei bestimmten Mustern des Hörverlusts. Es geht vielmehr um eine sehr individuelle Platzierung auf Basis von Computertomographie (CT)-Aufnahmen und dem jeweiligen Audiogramm, und das ist nicht ganz einfach“, so Lenarz. An dieser Stelle setzt das BMBF-Förderprojekt my-CI an, das im Rahmen der Fördermaßnahme „Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung“ bis Dezember 2019 mehr als 700.000 Euro an BMBF-Fördergeldern erhalten hat. Koordiniert wurde es von der HörSys GmbH, einem Unternehmen, das Lenarz im Jahr 2011 aus der MHH ausgegründet hat. Es treibt mit derzeit sechs Mitarbeitern innovative Forschungskonzepte für Innenohrchirurgie und Schwerhörigkeit in Richtung Anwendung voran. Im my-CI-Projekt wurde in den drei Jahren Projektlaufzeit eine iPad-basierte Software entwickelt, die anhand der CT-Aufnahmen des Patienten und des individuellen Audiogramms die bestmögliche Platzierung der CI-Elektroden berechnet – und so Ärzten und Audiologen eine Richtschnur für eine optimale CI-Versorgung an die Hand gibt.

Erste klinische Daten: Hörerhaltungsrate wird verbessert

Um das zu erreichen, haben die Ingenieure und Informatiker in Zusammenarbeit mit dem in Österreich ansässigen CI-Hersteller MED-EL mehrere Werkzeuge entwickelt, die die Ärzte und Audiologen unterstützen. Teilweise flossen diese Arbeiten auch in Promotionen an der MHH ein. Zum einen gibt es eine Anwendung, die halb automatisiert die individuelle Länge der Hörschnecke anhand der CT-Bilder berechnet. Zum anderen kommt ein Algorithmus zum Einsatz, der das Audiogramm des jeweiligen Patienten auswertet und dann eine konkrete Empfehlung gibt, welche Innenohrelektrode für den jeweiligen Patienten die beste Wahl ist.

Damit noch nicht genug: Zusätzlich existiert nun eine Datenbank, die mehrere tausend pseudonymisierte Datensätze von Patienten mit unterschiedlich langen Hörschnecken und unterschiedlichen Schwerhörigkeiten bzw. Audiogrammen zur Verfügung stellt. Aus dieser Datenbank sucht sich die my-CI-Anwendung individuelle Patienten heraus, die hinsichtlich CT-Befund und Audiogramm zu dem zu operierenden Patienten passen: „Dadurch wird die Platzierung des



Hörverlust ist eine von vielen Erkrankungen des Ohrs. Bei der Innenohrschwerhörigkeit sind die Haarzellen in der Cochlea beschädigt oder gar nicht erst vorhanden.

Cochlea-Implantats nochmals genauer, weil zusätzlich reale Versorgungsdaten als Referenz herangezogen werden können“, erläutert Lenarz.

Um zu belegen, dass das nicht nur Theorie ist, planen die Hannoveraner die Software im Rahmen des my-CI-Projekts bei den ersten Patientinnen und Patienten (nach Einwilligung) einzusetzen. „Unser Ziel ist letztlich, das Risiko der Insertion der Elektroden zu minimieren und das Restgehör bestmöglich zu erhalten. Wir wollen nun anhand postoperativer Messungen zeigen, dass wir durch eine präzisionsmedizinische Therapieunterstützung mit der my-CI-Anwendung die Hörerhaltungsrate verbessern“, so Lenarz. Ohne die Fördermittel aus dem BMBF wäre es vielleicht nie so weit gekommen, betont Lenarz: „Als kleines Unternehmen mit nur wenigen Mitarbeitern hat unser Eigenkapital dafür nicht ausgereicht, und für ein Projekt in einem so frühen Stadium ein etabliertes Unternehmen als Geldgeber zu bekommen, ist kaum möglich.“ Die Förderperiode des my-CI-Projekts endete Ende Dezember 2019. Den nächsten Schritt wollen die Hannoveraner nun ohne externe Fördermittel gehen.

Konkret geht es darum, aus der jetzt existierenden Prototypanwendung ein kommerzielles Produkt zu machen. Dies soll gemeinsam mit dem Partnerunternehmen MED-EL geschehen. „Die Zusammenarbeit mit einem größeren Partner in diesem Stadium hilft uns dabei, die nötigen Kundenkontakte aufzubauen. Natürlich könnten auch andere Hersteller die Lösung in ihre Produktpalette integrieren“, so Lenarz. Bevor es so weit ist, steht für die my-CI-Anwendung die Zertifizierung als Medizinprodukt an, die in Zusammenarbeit mit dem Industriepartner erfolgreich absolviert werden soll. Dies sei noch einmal ein großer Schritt, den die neue europäische Medizinprodukteverordnung (MDR) gerade für kleine und mittlere Unternehmen eher aufwändiger mache, wie Lenarz betont: „Das betrifft die Dokumentation, aber auch den Nachweis der klinischen Wirksamkeit. Da muss einiges vorgelegt werden.“

Förderprojekt my-CI i

Projekttitel:	Digitales Unterstützungssystem für die patientenspezifische Cochlea-Implantat-Therapie
Verbundpartner:	HörSys GmbH (Koordination), Medizinische Hochschule Hannover
Fördersumme:	724.002 Euro
Laufzeit:	Laufzeit: 9/2016 bis 12/2019

Digitales Angebot für Menschen mit Legasthenie

In Deutschland sind 4 bis 8 Prozent der Bevölkerung von einer Lese-Rechtschreib-Schwäche (Legasthenie) betroffen. Bei starken Defiziten wirkt sich die Störung auf die mentale Gesundheit und soziale Teilhabe der Betroffenen aus, zudem entstehen mitunter erhebliche Kosten im Gesundheitssystem. Das Projekt zielt darauf ab, eine wissenschaftlich basierte und umfassende digitale Therapie in Deutschland für Menschen mit Lese-Rechtschreib-Schwäche zu entwickeln. Dadurch soll eine wirksame und zugleich kosteneffiziente Form der Behandlung geschaffen werden, die flächendeckend ohne ständige Verfügbarkeit eines Therapeuten möglich ist. Der Ansatz bezieht mehrere Behandlungsmodule mit ein und ist an eine Spiele-Idee angelehnt, wobei ein Fokus auf dem Sprachrhythmus liegt. Die Ergebnisse sollen nach Projektende zu einer medizinischen App für mobile Geräte weiterentwickelt und vermarktet werden.

Förderprojekt Prosodiya

Projekttitel:	Digitale Therapie der Lese-Rechtschreibstörung
Verbundpartner:	TIL GmbH (Koordination), Universität Tübingen
Fördersumme:	484.444 Euro
Laufzeit:	4/2017 bis 6/2020

Bessere Diagnostik von Hörstörungen

In diesem Projekt soll ein innovatives Diagnosegerät entwickelt werden, das mithilfe Künstlicher Intelligenz Lücken in der Diagnostik von Hörstörungen schließt. Störungen in der Hörwahrnehmung und -verarbeitung können die soziale Integration erheblich behindern und zur Ausgrenzung führen. Mit Hörgeräten lässt sich dem vorbeugen. Während jedoch Erwachsene bei der individuellen Anpassung von Hörhilfen mitwirken und Rückmeldungen geben können, ist dies bei Kleinkindern nicht möglich. Hier sind objektive Messmethoden auf Basis von speziellen Elektroden und Sonden notwendig. Solche Verfahren bilden bisher nur einen beschränkten Frequenzbereich ab und können das Antwortverhalten des Hörnervens auf akustische Reize nur ungenügend erfassen. Das neue Diagnosegerät soll diese Beschränkungen überwinden und eine computergesteuerte, automatisierte Erfassung von Hörstörungen erlauben.

Förderprojekt Singlesweep

Projekttitel:	Entwicklung eines neuartigen Diagnosegerätes zur Klassifizierung von peripheren Hörstörungen auf der Basis von künstlicher Intelligenz
Verbundpartner:	Merz Medizintechnik GmbH (Koordination), Universität des Saarlandes, Homburg
Fördersumme:	1.007.620 Euro
Laufzeit:	11/2018 bis 10/2021

Die verlorene Stimme wiedergewinnen

Rund 20.000 Menschen in Deutschland leiden am dauerhaften Verlust ihrer Stimme infolge einer tumorbedingten Entfernung des Kehlkopfs. Eine Ersatzstimme erzeugen diese Patienten dadurch, dass sie Schleimhautfalten im Rachen in Schwingungen versetzen, was jedoch nicht jedem gelingt und durch ungewöhnliche Stimmlaute stigmatisierend wirken und zu einer hohen psychischen Belastung führen kann. Ziel des Vorhabens ist, den Betroffenen durch einen neuartigen Stimmgenerator eine Ersatzstimme zu geben, die einen natürlichen Stimmklang ermöglicht. Dazu werden spezielle Sensoren in Gaumen und Nase eingesetzt, die die Artikulationsbewegungen von Zunge, Lippe und Gaumensegel erfassen und an eine am Körper getragene Sprachsyntheseeinheit weiterleiten. Diese erzeugt in Echtzeit korrekte Sprachlaute und gibt sie über einen Lautsprecher aus.

Förderprojekt Stimme 2.0

Projekttitel:	Ersatzstimme für Kehlkopflose durch Sprechbewegungsmessung und artikulatorische Sprachsynthese in Echtzeit
Verbundpartner:	Linguwerk GmbH (Koordination), Technische Universität Dresden
Fördersumme:	654.594 Euro
Laufzeit:	1/2016 bis 2/2019

Personalisierte Behandlung bei Netzhautleiden

Netzhauterkrankungen (Retinopathien) sind die häufigsten Erblindungsursachen in den Industrienationen. Sie lassen sich durch Injektion von speziellen Medikamenten (VEGF-Inhibitoren) in den Glaskörper des Auges in bestimmten Fällen verlangsamen, allerdings sind Umfang und Verlauf der Therapie bei jedem Patienten verschieden. In dem Projekt soll daher eine Software entwickelt werden, die dem Arzt erlaubt, einen individuell abgestimmten Behandlungsplan zu erstellen. Die Software verknüpft dazu vielfältige klinische Informationen über den Patienten mit den Daten eines speziellen bildgebenden Verfahrens (optische Kohärenztomographie) und überführt die Ergebnisse der Analyse in eine leicht verwertbare Darstellung. Dadurch kann der Arzt den jeweiligen Therapiebedarf besser abschätzen und auf Basis des personalisierten Therapieplans Nebenwirkungen und Rückfallrisiken minimieren.

Förderprojekt TOPOs

Projekttitel:	Therapievorhersage durch Analyse von Patientendaten in der Ophthalmologie
Verbundpartner:	Averbis GmbH (Koordination), Hochschule Mittweida – University of Applied Sciences, Universität Greifswald, Hochschule Stralsund, Universität Freiburg
Fördersumme:	1.625.254 Euro
Laufzeit:	2/2017 bis 4/2020

2.6 Erkrankungen des Bewegungsapparates

Die Digitalisierung in der Medizintechnik ermöglicht vielfältige neue Ansätze bei der Behandlung von Erkrankungen des Bewegungsapparates. Ziel dabei ist, die orthopädische und unfallchirurgische Versorgung von Patienten individueller, schonender und effizienter zu gestalten.

Muskuloskelettale Erkrankungen sind nach Angaben des Robert Koch-Instituts weltweit die führende Ursache von chronischen Schmerzen, körperlichen Funktionseinschränkungen und Verlust an Lebensqualität. Erkrankungen, Beschwerden und Verletzungen des Haltungs- und Bewegungsapparates gehören zu den häufigsten Leiden in Deutschland und verursachen hohe volkswirtschaftliche Kosten. Die Folgen von chronischen Erkrankungen in diesem Bereich können Arbeitsunfähigkeit und Frühverrentung sein. Die meisten muskuloskelettalen Erkrankungen treten zunehmend im Alter auf. Angesichts der demografischen Entwicklung wird sich nach WHO-Schätzungen die Zahl der von Knochen- und Gelenkerkrankungen Betroffenen in den kommenden 20 Jahren verdoppeln.

Zu den klinisch und epidemiologisch relevanten Krankheitsbildern in dieser Gruppe gehören Rückenschmerzen, die Arthrose, die Osteoporose sowie die rheumatoide Arthritis. Laut der aktuell umfangreichsten Erhebung (DEGS1-Studie 2013) sind die Erkrankungen in Deutschland wie folgt verbreitet: Der Anteil von Menschen mit Arthrose liegt bei 22,3 Prozent der Frauen und 18,1 Prozent der Männer, Rheumatoide Arthritis liegt bei 3,2 Prozent der Frauen und 1,9 Prozent der Männer vor. 13,1 Prozent der Frauen und 3,2 Prozent der Männer geben eine Osteoporose an. Dazu kommen die akuten Verletzungen am Bewegungsapparat wie Sport- oder Unfallverletzungen.

Medizintechnik spielt bei der Behandlung von erkrankten Gliedmaßen, Knochen oder Muskeln eine bedeutende Rolle: von Orthesen, Prothesen und Implantaten bis hin zu Hilfsmitteln wie Rollstühlen, Rollatoren oder Exoskeletten. Durch die Digitalisierung können einerseits die bestehenden Medizinprodukte etwa durch Sensoren und Robotik effizienter werden, andererseits sind neue Versorgungsketten

möglich, etwa durch die telemedizinische orthopädische Betreuung von Unfallpatienten oder während der Rehabilitation. Darüber hinaus machen neue Fertigungsverfahren die Herstellung von individualisierten und interaktiven Implantaten und Prothesen möglich, die länger halten und den Patienten mehr Mobilität ermöglichen. Zudem erleichtert und verbessert digitale Medizintechnik die Vorbereitung und Durchführung von Operationen.

Smarte Implantate und OP-Planung

Wenn sämtliche nichtoperative Heilungsmethoden nicht zu mehr Schmerzfreiheit und Wiederherstellung der Beweglichkeit führen, dann hilft nur noch ein künstlicher Gelenkersatz (zum Beispiel bei Knie- oder Hüftbeschwerden) zur Verbesserung der Lebensqualität. Trotz hochentwickelter Implantate und hochwertiger Materialien ist die Lebensdauer einer eingesetzten Prothese begrenzt. Unter Umständen kann sich eine Prothese lockern, was eine erneute Operation zur Folge hat.

Aufgrund von Ungenauigkeiten der heutigen Diagnosemöglichkeiten werden rund zehn Prozent der Revisionsoperationen an der Hüfte derzeit unnötig durchgeführt – mit entsprechenden Mehrkosten für das Gesundheitswesen. Sensoren, die in die Prothese eingebaut werden, könnten eine Therapiesteuerung und eine genauere Diagnose zur Notwendigkeit einer neuen Operation ermöglichen. Solche Implantate (smart implants), die bisher vor allem in Forschungsstudien verwendet wurden, könnten zukünftig Prothesenlockerungen und Fehlbelastungen besser erkennen helfen und sich darüber hinaus per Smartphone auf unterschiedliche Nutzungs- und Geländearten einstellen lassen.

Zur besseren Vorbereitung und Planung von Operationen lassen sich mithilfe von Bilddaten des verletzten oder erkrankten Bereichs dreidimensionale Modelle einer muskuloskelettalen Verletzung im Computer generieren. Dadurch können Ärzte zum Beispiel komplizierte Knochenbrüche in einem 3D-Modell nachbilden, damit der Chirurg einen detaillierten räumlichen Eindruck der anatomischen Verhältnisse gewinnt. Pilotstudien zum Einsatz von gedruckten Knochenmodellen zur Visualisierung des Schadens bei Hüftgelenk- und Oberschenkelfrakturen haben beispielsweise gezeigt, dass dieses Vorgehen die Operationszeit und den Blutverlust verringert und die postoperative Erholung beschleunigt. Ebenfalls auf der Grundlage von Bilddaten lassen sich individualisierte, dreidimensionale Schablonen für die Positionierung von Schrauben während der Operation erstellen. Damit wird sichergestellt, dass Implantate und Prothesen richtig fixiert sind und dadurch die Beschwerdefreiheit und Mobilität des Patienten gewährleistet ist.

Computerassistierte Chirurgie im Kommen

Das Ziel, die Patienten bei chirurgischen Eingriffen möglichst schonend und gut zu behandeln, verfolgt die computerassistierte orthopädische Chirurgie, bei der ein bilddatengestütztes Navigationssystem die genaue Position der Operationsinstrumente ermöglicht und ein Operationsroboter den Chirurgen bei der präzisen Durchführung der Operation unterstützt. Dadurch soll die Verletzung von Gefäßen oder Nerven vermieden und so das Komplikationsrisiko gesenkt werden. Ein solches Vorgehen kann etwa in der Wirbelsäulenchirurgie dazu dienen, bislang nötige Röntgen-Kontrollaufnahmen und die damit zusammenhängende Strahlenbelastung zu vermeiden und die gesamte OP-Zeit zu verkürzen.

Auch Hilfsmittel für die Rehabilitation und Pflege werden dank digitaler Lösungen zunehmend intelligenter. So lassen sich mit computergesteuerten Bewegungsschienen und Therapierobotern bedarfsgerechte Trainingsprogramme nach Gelenkoperationen absolvieren. Rollatoren mit individuell angepasstem Fahrverhalten verringern das Risiko eines Sturzes, weil sie Hindernisse oder riskante Bodenbeschaffenheiten erkennen. Die eingesetzten digitalen Innovationen tragen dazu bei, die Selbstständigkeit und Mobilität der Betroffenen noch besser zu erhalten.

Digitaler Roboter-Assistent für minimal-invasive Wirbelsäulenoperation

Ein häufiger Eingriff in der Wirbelsäulenchirurgie ist das Versteifen der Wirbelsäulensegmente. Die Operation ist nicht frei von Risiken: Leicht können Nerven des Spinalkanals verletzt werden. Das Förderprojekt S//Spine will mit einem digitalen Roboterassistenzsystem die Präzision der Wirbelsäulen-OP deutlich erhöhen und damit das Risiko von Komplikationen senken.

Bei Instabilitäten der Wirbelsäule, die durch den Verschleiß der Bandscheiben, Wirbelkörperbrüche oder eine Arthrose der Wirbelgelenke hervorgerufen werden, ist eine Operation oft der einzige Ausweg. Bei diesem Eingriff werden betreffende Wirbelsäulensegmente miteinander versteift (Spondylodese). Diese Operation zählt in Deutschland zu den häufigsten Eingriffen im Bereich der Wirbelsäulenchirurgie mit über 72.000 Fällen pro Jahr. Dies ist jedoch nicht frei von Risiken: Leicht können Nerven des Spinalkanals verletzt werden. Das Förderprojekt S//Spine will mit einem digitalen Roboterassistenzsystem die Präzision der Wirbelsäulen-OP deutlich erhöhen und das Risiko der Operation senken.

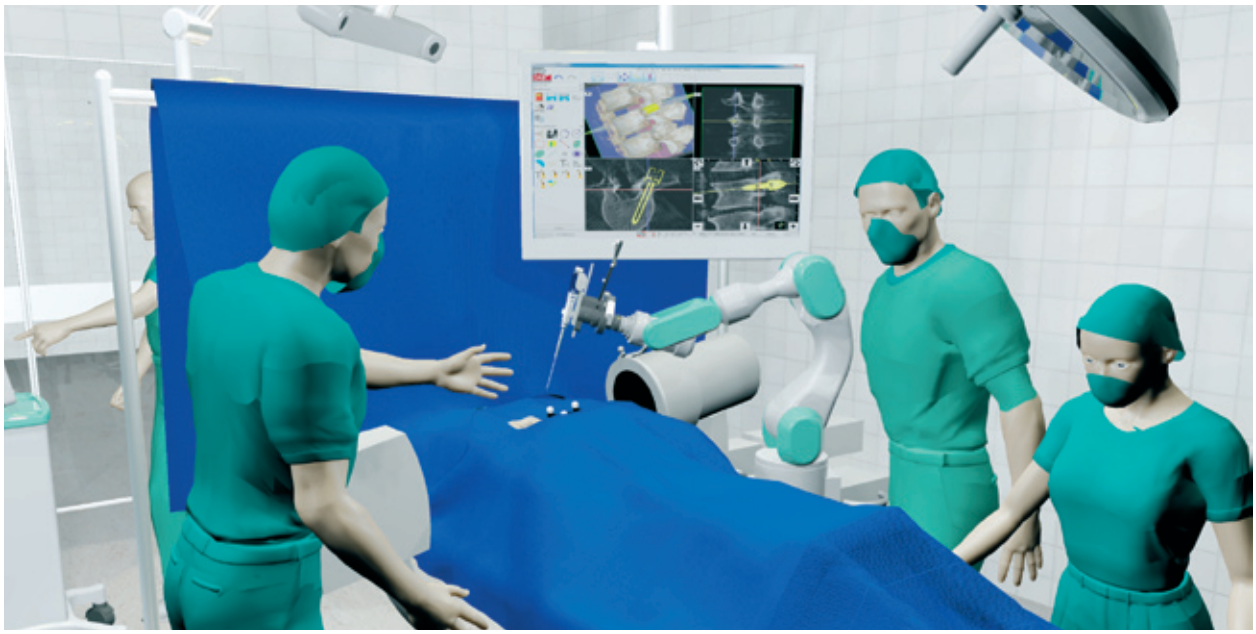
Digitale Assistenz verringert Gefahr von Komplikationen

Die besondere Herausforderung bei einer Spondylodese ist die genaue Positionierung und Führung der Instrumente beim Einbringen der Verschraubungen in die miteinander zu verbindenden Wirbelkörper. Infolge von Fehlplatzierungen können Verletzungen des Spinalkanals und der darin enthaltenden Nerven auftreten. Zudem werden Patient und medizinisches Personal einer hohen Strahlenbelastung ausgesetzt, da der Eingriff unter fortlaufender radiologischer Bildgebung durchgeführt wird. „Wir wollen den komplexen Operationsablauf für Chirurgen und Patienten präziser und insgesamt effektiver gestalten“, sagt Robert Geiger, Geschäftsführer der AKTORmed GmbH. Das bayerische Medizintechnik-Unternehmen hat sich auf robotische Assistenzverfahren zur Endoskopführung in der minimal-invasiven Chirurgie spezialisiert. Im Rahmen des Projekts erfolgt nun erstmals eine Anwendung der firmeneigenen Technologie in der Wirbelsäulenchirurgie. Ziel ist es, den komplexen chirurgischen Eingriff mithilfe einer Software digital vorab und individuell zu planen und im Anschluss per Roboterassistenz so präzise wie möglich durchzuführen. Vor allem die manuelle Positionierung und das Setzen der erforderlichen Bohrkanäle soll digital unterstützt und per Roboter erfolgen, um die zum Einsatz kommenden Wirbelkörperschrauben (Pedikelschrauben) genauer zu platzieren und so die Verankerung deutlich zu stabilisieren.

Herzstück der medizintechnischen Innovation ist ein Planungs- und Navigationssystem, das den operativen Eingriff schon vorab entsprechend der individuellen 3D-Bilddaten plant und den Chirurgen im Anschluss Schritt für Schritt durch die Operation navigiert. Davon profitieren sowohl der Patient als auch der Chirurg: „Wir wollen den Arzt nicht ersetzen, sondern dazu beitragen, dass die gesamte Operation für beide Seiten effektiver abläuft. Vor allem die bisher nötigen radiologischen Kontrollaufnahmen können bei unserem Verfahren entfallen“, betont Geiger.

Die Herausforderung jedoch sei, die virtuelle und die reale Welt möglichst gut zu fusionieren. Denn eine solche digital- und robotergestützte Vorgehensweise erfordert eine höchst genaue Planung. Schließlich müssen die Schrauben in der Wirbelsäule millimetergenau platziert werden. Auch die kontinuierliche Feedback-Schleife vom Sensor im Bohrer zum Chirurgen muss einwandfrei und mit hoher Präzision funktionieren. „Dafür entwickeln wir ein digitales und KI-gestütztes Tracking-System, damit das Robotersystem dem Arzt genau vermitteln kann, bis wohin der Bohrer verschoben werden sollte“, erläutert Geiger.

Zusätzlich muss eine einfache und möglichst intuitive Bedienung mitgedacht werden: Wieviel Berührungspunkte zwischen Arzt und Technik sollen im System vorgesehen werden? Was ist technisch machbar und aus Chirurgensicht sinnvoll? Für Geiger steht fest: „Am



Mithilfe eines Roboterassistenzsystems sollen Wirbelsäulenversteifungen künftig präziser operiert werden können.

Ende brauchen wir ein System, mit dem die Ärzte problemlos umgehen können und das möglichst einfach zu bedienen ist." Dafür wollen die Entwickler möglichst nah am bisherigen Operationsablauf bleiben. Sie sind daher froh, dass ihnen das durch die BMBF-Maßnahme KMU-innovativ geförderte Projekt eine kontinuierliche Zusammenarbeit mit klinischen Partnern erlaubt. „Diese hätten wir uns ohne die Förderung über so einen langen Zeitraum nicht leisten können", sagt Geiger. Auf diese Weise ist auch sichergestellt, dass der Einsatz des digitalen Roboterassistenzsystems am Bedarf von Arzt und Patienten ausgerichtet wird und alle Aspekte von Beginn an berücksichtigt. Denn gerade für ein 15-Mann-Unternehmen wie die AKTORmed ist der Zugriff auf aktuelle Erfahrungswerte aus der Klinik schon jetzt ein unschätzbarer Wert.

Vielfalt an chirurgischen Instrumenten berücksichtigen

Im Projekt selbst lag die größte Herausforderung auf technologischer Seite darin, die Vielfalt an möglichen chirurgischen Instrumenten wie Schrauben und Bohrern, aber auch der in den jeweiligen Kliniken zur Verfügung stehenden 3D-Bilddaten der Patienten mit einem einzigen System abzubilden. So muss auch ein neuartiges Haltesystem zur Aufnahme und ortsgenauen Positionierung und Führung aller erforderlichen chirurgischen Instrumente entwickelt werden, das den potenziell unterschiedlichen Anforderungen gerecht wird. Nach Abschluss des Projekts soll ein Demonstrator zur Verfügung stehen, der in einer präklinischen Studie evaluiert werden kann. Nach erfolgreichem Abschluss der Machbarkeitsstudie ist die Entwicklung eines Prototyps geplant. Herstellung und Vertrieb des robotischen Assistenzsystems für die Wirbelsäulenchirurgie wird die AKTORmed GmbH übernehmen.

Förderprojekt S//Spine i

Projekttitel:	Entwicklung eines robotischen Assistenzsystems für die minimal invasive Wirbelsäulenchirurgie
Verbundpartner:	Aktormed GmbH (Koordination), Universität Siegen Zentrum für Sensorsysteme (ZESS)
Fördersumme:	776.595 Euro
Laufzeit:	03/2017 bis 02/2020

Gezielte Behandlung bei Unterschenkelverletzungen

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur individualisierten und kosteneffizienten Versorgung von schweren Verletzungen des Unterschenkels. Dazu werden moderne Bildgebungsverfahren und Simulationen eingesetzt, um dem jeweiligen Bedarf des Patienten gerecht zu werden und entweder individualisierte Implantate für die Knochenheilung zu fertigen oder mit maßgeschneiderten Prothesen Gliedmaßen zu ersetzen. Der Fertigungsprozess basiert dabei auf einem Softwaresystem, das auf der Grundlage von 3D-Bildgebungsdaten ermöglicht, verschiedene Behandlungsoptionen unter mechanischen Gesichtspunkten zu bewerten. Mithilfe der digitalen Modelle lassen sich die Implantate dann kosteneffizient produzieren, etwa per 3D-Druck-Verfahren.

Förderprojekt IIP-Extrem

Projekttitel:	Individualisierte Implantate und Prothesen für die Versorgung unterer Extremitäten
Verbundpartner:	Otto Bock HealthCare GmbH (Koordination), Karl Leibinger Medizintechnik GmbH & Co. KG, Private Universität Witten/ Herdecke, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, Universität des Saarlandes
Fördersumme:	2.577.291 Euro
Laufzeit:	6/2016 bis 11/2019

Hilfe vom Roboter für ein bewegliches Knie

Motorisierte Bewegungsschienen, die Gelenke und Gliedmaßen passiv bewegen, kommen in der Bewegungstherapie vielfältig zum Einsatz, beispielsweise zur Rehabilitation nach Meniskus- und Kreuzbandrissen, nach Gelenkersatzoperationen oder zur Behandlung von Gelenkrheuma. Um die Therapie an das individuelle Leistungsniveau der Patienten anzupassen, Folgeschäden durch Überdosierung zu vermeiden und den Heilungsprozess optimal zu unterstützen, wird ein neuartiger Therapieroboter entwickelt. Er soll für die Bewegungstherapie am Kniegelenk verwendet werden. Die automatisierte Erfassung spezifischer Reizzustände, wie Schwellung, erhöhte Temperatur und Schmerz, soll dabei erstmals Rückschlüsse auf die optimale individuelle Trainingsdosierung erlauben. Dies kann eine Gelenküberbelastung vermeiden helfen und damit die Genesung und Wiedereingliederung in das berufliche und soziale Umfeld der Patienten beschleunigen.

Förderprojekt InBURG

Projekttitel:	Therapieroboter für eine individuelle gerätegestützte Bewegungstherapie
Verbundpartner:	Dr. Paul Koch GmbH (Koordination), Velamed GmbH, Protendon GmbH & Co. KG, Friedrich-Wilhelm-Bessel-Institut GmbH, Universitätsklinikum Ulm, Institut für Rehabilitationsmedizinische Forschung an der Universität Ulm, Moor-Heilbad Buchau am Federsee gGmbH
Fördersumme:	1.578.412 Euro
Laufzeit:	1/2017 bis 12/2019

Intelligenter Rollator für Pflegebedürftige

Als innovative Versorgungslösung kann der intelligente Rollator aus dem RABE-Projekt vielen Pflegebedürftigen mehr Mobilität und Selbstständigkeit schenken. Vor allem Stürze, die im höheren Alter oft zu Komplikationen führen, können so vermieden werden. Der Gehwagen ist mit Komponenten für Navigation und Online-Kommunikation ausgestattet. So kann die Pflegeeinrichtung jederzeit Kontakt zum Patienten aufnehmen und nach dessen Einwilligung seinen Standort bestimmen. Zudem hilft der intuitiv bedienbare Rollator den Pflegebedürftigen bei der Orientierung in der Pflegeeinrichtung sowie im Außenbereich und unterstützt sie durch einen eingebauten Elektromotor beim Bewältigen längerer Strecken. Auch kann der Rollator automatisch ans Bett der Patienten heranfahren, was insbesondere der Sturzprophylaxe dient. Insgesamt soll der intelligente Rollator auf diese Weise die Pflegebedürftigen unterstützen und gleichzeitig die Pflegekräfte entlasten.

Förderprojekt RABE

Projekttitel:	Intelligenter Rollator für die stationäre Pflege
Verbundpartner:	TWT GmbH Science & Innovation (Koordination), Telocate GmbH, Reiser Aktiengesellschaft Maschinenbau, Veringenstadt, Hochschule Ravensburg-Weingarten
Fördersumme:	1.783.150 Euro
Laufzeit:	10/2017 bis 9/2020

Prothesensteuerung per Smartphone

In Deutschland werden jährlich etwa 10.000 Oberschenkelamputationen durchgeführt, zusätzlich erhalten pro Jahr rund 30.000 Prothesenträger eine neue Oberschenkelprothese. Aktuelle Prothesensysteme sind jedoch oft nicht in der Lage, die Funktion der verlorenen Gliedmaße optimal zu ersetzen und Folgeerkrankungen, Überbelastungen oder Stürze zu vermeiden. Das Projekt hat daher zum Ziel, eine Exoprothese zu entwickeln, die an die natürliche Funktion des Kniegelenks angepasst ist. Dazu wird die Gelenkgeometrie digital nachempfunden und die Prothese mit speziellen Sensoren ausgerüstet. Die Exoprothese lässt sich per Smartphone auf diverse Gelände- und Belastungsarten einstellen. Zusätzlich sorgen die Sensoren dafür, dass durch die rechtzeitige Erkennung von Über- und Fehlbelastungen das Auftreten von Stürzen und Folgeerkrankungen vermieden werden kann.

Förderprojekt VarioKnie

Projekttitel:	Variables interaktives Prothesenkniegelenk
Verbundpartner:	Orthopädietechnik Scharpenberg (Koordination), Thorsis Technologies GmbH, Magdeburg, SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH, Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Berlin, Technische Universität Dresden, Universität Rostock
Fördersumme:	2.392.830 Euro
Laufzeit:	12/2017 bis 11/2020

3. Der Weg in die Förderung

Sie sind auf der Suche nach einer Finanzierung für eine Forschungsidee im Bereich Digitalisierung und Medizintechnik? Das Bundesministerium für Bildung und Forschung bietet Innovatoren aus der Medizintechnikbranche zahlreiche Fördermöglichkeiten. Das Themenspektrum ist breit: von einer gezielten Förderung für die digitale Gesundheitsversorgung über die Unterstützung bei klinischen Studien bis hin zu einer themenoffenen Förderung für kleine und mittlere Unternehmen. Im Rahmen des Fachprogramms Medizintechnik gibt es vielfältige Angebote, gefördert zu werden.

Wir haben die wichtigsten Fragen zur Förderung zusammengestellt und beantworten sie nun in unserem Q&A zum Thema „Förderung im Bereich Medizintechnik“:

Wo finde ich die Fördermaßnahmen aus dem Bereich Digitale Medizintechnik?

Im Rahmen des Fachprogramms Medizintechnik des BMBF gibt es vielfältige Möglichkeiten, gefördert zu werden. Alle bekannt gegebenen Förderrichtlinien werden im Bundesanzeiger und anschließend auf der BMBF-Seite https://bmbf.de/foerderungen veröffentlicht. Zusätzlich wird empfohlen, Kontakt mit dem zuständigen Projektträger aufzunehmen. Ansonsten lohnt sich auch der Kontakt zur Förderberatung des Bundes: https://foerderinfo.bund.de. Die Kolleginnen und Kollegen der Förderberatung helfen Ihnen bei der passenden Auswahl der Förderbekanntmachung.

Wie finde ich heraus, ob meine Projektidee zur Fördermaßnahme passt?

Für die Entscheidung, ob Ihre Projektidee zu der Förderbekanntmachung passt, hilft ein Blick in den Bekanntmachungstext, genauer auf die Abschnitte „Zuwendungszweck“, den „Gegenstand der Förderung“ sowie die „Zuwendungsempfänger und Voraussetzungen“. Darin wird beschrieben „Wer“ und „Was“ im Fokus der jeweiligen Bekanntmachung liegt.

Wie und wo bewerbe ich mich mit meiner Projektidee?

In den meisten Fällen ist die Einreichung einer Projektskizze der erste Schritt, um einen Förderantrag zu stellen. In jeder Förderbekanntmachung findet man dazu detaillierte Vorgaben, welche Informationen erwartet werden, sowie die einzuhaltenden Fristen. Wo und wie die Projektskizze einzureichen ist, steht ebenfalls in der Bekanntmachung.

Was passiert dann mit meiner eingereichten Projektskizze?

Die eingereichte Skizze wird von einem Gutachterkreis nach festgelegten Kriterien in einem wettbewerblichen Auswahlverfahren bewertet. Kommen die Gutachter zu einem positiven Ergebnis, erhält der Skizzeneinreicher eine Förderempfehlung und damit grünes Licht, um einen Förderantrag zu stellen.

Hier finden Sie die wichtigsten Informationen

Das BMBF veröffentlicht im Bundesanzeiger kontinuierlich Förderrichtlinien. Diese sind auf der Webseite des Ministeriums zu finden.

https://bmbf.de/foerderungen/

Die Formulare, Richtlinien und Merkblätter für den Förderantrag sind über das elektronische Antragssystem „easy-Online“ im Förderportal des Bundes zugänglich.

https://foerderportal.bund.de/easyonline

Welche Kriterien sind für eine Förderempfehlung grundlegend?

Die Kriterien sind grundsätzlich für jede Bekanntmachung spezifisch und werden in der Förderrichtlinie veröffentlicht. Für den Bereich Medizintechnik gibt es einige allgemeine Punkte, die die Experten in ihre Bewertung mit einfließen lassen. Dazu gehören u.a.:

- → **Der medizinische Bedarf und die gesundheitsökonomische Relevanz sind erkenn- und nachvollziehbar.**
- → **Die Projektidee zielt auf eine Verbesserung des Versorgungsstandards ab.**
- → **Der Forschungsbedarf wird hinlänglich skizziert und die wissenschaftlich-technische Umsetzbarkeit der Lösung ist nachvollziehbar dargestellt.**
- → **Das wissenschaftlich-technische Konzept des Projektes hat eine erhebliche Innovationshöhe.**
- → **Die Qualifikation und Kompetenzen der Partner sind relevant und gut dargestellt.**
- → **Die Qualität und Umsetzbarkeit der Verwertungsperspektive sind erkennbar und gegeben.**
- → **Die Umsetzung der Projektidee in eine Innovation ist mit sozioökonomischen und wirtschaftlichen Chancen aber auch Risiken verbunden.**

Auch wenn bei Ihrer Projektidee alle Kriterien gut erfüllt sind, ist das noch keine hinreichende Garantie für eine Förderempfehlung, da es ein wettbewerbliches Verfahren ist. Der Projektträger des BMBF kann Ihnen nützliche Hinweise für die Einreichung geben.

Worauf ist zu achten, wenn ich nach der Förderempfehlung den Antrag einreiche?

Die Formulare, Richtlinien und Merkblätter, um den Antrag nach den gültigen Vorgaben zu erstellen, sind online über den Formularschrank des BMBF zu finden. Eine Antragseinreichung erfolgt über das elektronische Antragssystem Easy Online (https://foerderportal.bund.de/easyonline). Zusätzlich werden im Rahmen eines Antragsgesprächs und im direkten Austausch mit dem vom BMBF beauftragten Projektträger alle relevanten Fragen geklärt. Sobald der Antrag rechtsverbindlich einreicht ist, wird er durch den Projektträger geprüft. Bei einem positiven Ergebnis erhalten die Antragsteller einen so genannten Zuwendungsbescheid.

Wie geht es nach Erhalt des Zuwendungsbescheids weiter?

Nach Erhalt des Zuwendungsbescheids kann die Umsetzung des Forschungsprojektes beginnen. Die Fördermittel werden nach Erteilung des Zuwendungsbescheids sukzessive mit dem Projektfortschritt ausgezahlt. Insgesamt können Forschungseinrichtungen 100 Prozent und Unternehmen anteilig bis maximal 70 Prozent der Aufwendungen für das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben erhalten. Ziel des Forschungsprojektes ist nicht das fertige Produkt, sondern in der Regel ein funktionsfähiger Demonstrator, der die angestrebte Funktionalität gegebenenfalls anhand von Laborversuchen, präklinischen oder klinischen Studien nachweist.

Veröffentlichung der Fördermaßnahme

Stichtag der Einreichung

Skizzenphase
Einreichung | Begutachtung | Förderempfehlung

Antragsphase
Antragsgespräch | Einreichung des formalen Antrags | Prüfung des Antrags | Zuwendungsbescheid

Anfang der Projektlaufzeit

Ende der Projektlaufzeit

Umsetzungsphase

Durchführung des Projektes
Kick-off-Meeting | Halbzeitmeilensteintreffen | Abschlusstreffen

Verwendungsnachweis,
Abschlussbericht

4. Anhang

Geförderte Projekte im Überblick

Akronym	Titel des Verbunds/Projekts	Laufzeit	Bewilligungs-summe in Euro	Förderrichtlinie
3racelT	Adaptierbares Skoliosekorsett zur Versorgung von Kindern und Jugendlichen (3racelT)	01.11.2018 - 31.10.2021	951.300	Kleine Patienten, großer Bedarf – Medizintechnische Lösungen für eine kindgerechte Gesundheitsversorgung
AFluCoMIS	Advanced Fluid Control For Minimal Invasive Surgery (AFluCoMIS)	01.12.2016 - 30.11.2019	675.890	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
ArtiCardio	KI (Künstliche lntelligenz)-basierte digitale Therapieunterstützung für die Kardiologie (ArtiCardio)	01.10.2017 - 30.09.2020	1.213.237	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
ATLAS	Bildbasierte Augmentierung bei laparoskopischen Eingriffen (ATLAS)	01.08.2018 - 31.07.2021	1.570.554	KMU-innovativ: Medizintechnik
ATTENTION	ADHS Therapie mittels Transkranieller Elektrischer Neurostimulation (ATTENTION)	01.01.2019 - 31.12.2021	1.119.432	Individualisierte Medizintechnik
BELUCCI	Individualisierte Flow Diversion Behandlung (BELUCCI)	01.09.2018 - 31.08.2021	1.157.880	Individualisierte Medizintechnik
BRAIN	Integrierte digitale Diagnostik und Rehabilitation kognitiver Defizite (BRAIN)	01.11.2017 - 30.04.2020	577.990	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
CardioInBaMed	Unterstützungssystem zur nicht-invasiven Frühdiagnostik von Aortenaneurysmen (CardioInBaMed)	01.12.2017 - 30.11.2020	681.131	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
Cogno-Scan	Standardisierte Analyse der Tumor-heterogenität zur IT-gestützten Therapieentscheidung bei malignen Tumoren (Cogno-Scan)	01.12.2017 - 30.11.2020	850.920	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
CoRA	Der Cognitive Radiologische Assistent (CoRA)	01.12.2017 - 31.05.2020	968.599	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
DigiHear	Digitalisierte Nutzerinteraktion zur Individualisierung medizinischer Hörsysteme (DigiHear)	01.02.2017 - 31.01.2020	1.031.007	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
DigiPhobie	Digitale Therapie zur häuslichen Behandlung von spezifischen Phobien (DigiPhobie)	01.01.2017 - 31.12.2020	1.507.150	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
DIGIVENT	Digitales Therapieunterstützungssystem in der außerklinischen Beatmung bei COPD Patienten (DIGIVENT)	01.03.2018 - 28.02.2021	1.251.169	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
EITPSI	Patienten-Spezifische Implantate zur segmentalen Stabilisierung der Wirbelsäule (EITPSI)	01.03.2019- 31.08.2019	947.331	Individualisierte Medizintechnik
enable	Minimalinvasive Behandlungsmethode zur endovaskulären Neurostimulation nach Schlaganfall (enable)	01.02.2019 - 31.01.2022	1.792.582	Bildgeführte Diagnostik und Therapie – Neue Wege in der Intervention
EPCR Online Inspires	Digitales Expertensystem zur Behandlungsoptimierung im Rettungsdienst und der Notfallmedizin (EPCR Online Inspires)	01.04.2017 - 31.03.2020	1.458.732	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
EVElyn	Entwicklung einer ambulanten Konfrontationstherapie in der Virtuellen Realität für Patienten mit Angststörungen (EVElyn)	01.10.2016 - 31.12.2019	1.346.820	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung

Akronym	Titel des Verbunds/Projekts	Laufzeit	Bewilligungs-summe in Euro	Förderrichtlinie
Fluoromath	Individualisierte Therapieplanung und -monitoring durch Fluoreszenz-Bildgebung bei entzündlichen Gelenkerkrankungen (Fluoromath)	01.02.2016 - 30.06.2019	536.747	Individualisierte Medizintechnik
IIP-Extrem	Individualisierte Implantate und Prothesen für die Versorgung unterer Extremitäten (IIP-Extrem)	01.06.2016 - 30.11.2019	2.577.291	Individualisierte Medizintechnik
IMAI	Individualisiertes Mittelohrimplantat zur ambulanten Implantation (IMAI)	01.09.2016 - 29.02.2020	1.682.561	Individualisierte Medizintechnik
IMEDALytics	Intensivmedizin Entscheidungsunterstützungssystem mit Datenfusion und Mustererkennung für die leitliniengestützte, individualisierte Risikostratifizierung, Überwachung und Therapieführung (IMEDALytics)	01.09.2018 - 31.08.2021	1.522.150	Individualisierte Medizintechnik
IMONAS	Individualisierte Modulation kortikaler Netzwerke durch Adaptive Stimulation (IMONAS)	01.04.2016 - 30.09.2019	835.031	Individualisierte Medizintechnik
inBURG	Bewegungsunterstützende Robotergeräte für individualisierte Behandlung in Bewegungstherapie/Rehabilitation (inBURG)	01.01.2017 - 31.12.2019	1.578.412	KMU-innovativ: Medizintechnik
inRehaRob	Individualisierte Rehabilitationstherapie durch selbstanpassende Robotische Assistenz (inRehaRob)	01.04.2016 - 30.09.2019	1.437.720	Individualisierte Medizintechnik
iQ-CM	Automatische patientenindividuelle Kontrastmitteldosisoptimierung (iQ-CM)	01.11.2017 - 31.10.2020	1.008.678	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
JUMeHD	Jod-Uptake Messsystem für Home-Einsatz mit digitaler Datenübertragung (JUMeHD)	01.12.2018 - 30.11.2021	1.016.130	KMU-innovativ: Medizintechnik
KI-Beta	Industrie-in-Klinik-Plattform M3i - Modellvorhaben: KI-basierte Auswertung klinischer Bildgebung zur interdisziplinären Diagnostik beim Prostatakarzinom (KI-Beta)	01.04.2019 - 31.03.2021	1.228.173	Aufbau von Industrie-in-Klinik-Plattformen zur Entwicklung innovativer Medizinprodukte
KLINOPCI	Industrie-in-Klinik-Plattform KIZMO - Modellvorhaben: Klinische Optimierung und Bewertung für minimal-invasive Cochlea-Implantationen (KLINOPCI)	01.08.2018 - 31.07.2020	886.320	Aufbau von Industrie-in-Klinik-Plattformen zur Entwicklung innovativer Medizinprodukte
KONFIDENT	Automatisierte Auswertung der Konfokalen Mikroskopie für Diagnose und Therapie im Kopfhautbereich (KONFIDENT)	01.04.2019 - 31.03.2022	1.734.370	Bildgeführte Diagnostik und Therapie – Neue Wege in der Intervention
LYSiS	Innovative Bildgebung zur Gewebedifferenzierung in der minimal-invasiven Chirurgie (LYSiS)	01.10.2018 - 30.09.2021	744.300	KMU-innovativ: Medizintechnik
MAIKI	Industrie-in-Klinik-Plattform FHI - Modellvorhaben: Mobiler Alltagstherapieassistent mit interaktionsfokussierter künstlicher Intelligenz bei Depressionen (MAIKI)	01.02.2018 - 31.08.2020	897.771	Aufbau von Industrie-in-Klinik-Plattformen zur Entwicklung innovativer Medizinprodukte

Akronym	Titel des Verbunds/Projekts	Laufzeit	Bewilligungs-summe in Euro	Förderrichtlinie
MessEnd	Messendes 3D-Endoskop zur Größen-bestimmung von Strukturen (MessEnd)	01.10.2017 - 30.09.2020	678.960	KMU-innovativ: Medizintechnik
MightyU	Adaptive Therapieunterstützung für Kinder und Jugendliche mit Cerebral-parese (MightyU)	01.02.2019 - 31.01.2022	1.017.819	Kleine Patienten, großer Bedarf – Medizintechnische Lösungen für eine kindgerechte Gesundheitsversorgung
MOTOR-BIC	lmplantierbare, bidirektionale Gehirn-Computer-Schnittstelle zur Wieder-herstellung motorischer Funktionen (MOTOR-BIC)	01.05.2015 - 31.08.2020	5.189.142	KMU-innovativ: Medizintechnik
MR-Stents	Magnetresonanz-geführte Stent-Implantation-geführte Stent-lmplantation (MR-Stents)	01.01.2019 - 31.12.2021	2.292.802	Bildgeführte Diagnostik und Therapie – Neue Wege in der Intervention
MR-Thrombose-Theragnostik	MR-gestützte minimal-invasive Diag-nostik und Therapie von Thrombosen (MR-Thrombose-Theragnostik)	01.02.2019 - 31.01.2022	1.889.049	Bildgeführte Diagnostik und Therapie – Neue Wege in der Intervention
MS-Atrophie	MRT-basierte Vermessung der zerebra-len und spinalen Gewebedegeneration zur Therapieüberwachung von Patienten mit Multipler Sklerose (MS-Atrophie)	01.07.2016 - 30.09.2019	698.500	KMU-innovativ: Medizintechnik
my-CI	Digitales Unterstützungssystem für die patientenspezifische Cochlea-Implantat-Therapie (my-CI)	01.09.2016 - 31.12.2019	724.002	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
MyopiaX	Industrie-in-Klinik-Plattform FHI - Modellvorhaben: Digitale Lösung zur Prävention und Behandlung der Kurz-sichtigkeit (MyopiaX)	01.06.2018 - 31.05.2021	1.448.258	Aufbau von Industrie-in-Klinik-Plattformen zur Entwicklung innovativer Medizinprodukte
NavEVAR	Kombinierte Navigation zur Endovas-kulären Therapie an der Hauptschlag-ader (NavEVAR)	01.10.2017 - 30.09.2020	4.190.658	Fachprogramm Medizintechnik/ Initiativprojekt
NeuroPAK	Industrie-in-Klinik-Plattform FHI - Modellvorhaben: Digitale Therapie gegen Depression durch nicht-invasive NEUROnale Pattern AKtivierung (NeuroPAK)	01.06.2018 - 31.05.2021	1.126.867	Aufbau von Industrie-in-Klinik-Plattformen zur Entwicklung innovativer Medizinprodukte
NOBIS	Industrie-in-Klinik-Plattform KIZMO - Modellvorhaben: Erforschung neuer bi-modaler Stimulationstechniken (NOBIS)	01.11.2019 - 31.10.2021	696.049	Aufbau von Industrie-in-Klinik-Plattformen zur Entwicklung innovativer Medizinprodukte
OxiFlexIT	Mobiles Überwachungssystem für arteriosklerotische Gefäßerkrankungen (OxiFlexIT)	01.06.2019 - 31.05.2022	2.110.093	Immer vor Ort – mobile medizintechnische Lösungen für eine patientenfreundliche Gesundheitsversorgung
Panther	Patientenoriertierte onkologische Therapieunterstützung (Panther)	01.10.2016 - 31.03.2020	1.822.786	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
PiPEH	Patientenindividuelle medizintechnische Planungsmodelle für Eingriffe an Herz-klappen (PiPEH)	01.10.2016 - 31.03.2020	1.057.748	Individualisierte Medizintechnik
PLANK	Planungs- und Navigationsplattform für die individualisierte Versorgung von Kreuzbandverletzungen (PLANK)	01.10.2018 - 30.09.2021	1.517.554	Individualisierte Medizintechnik

Akronym	Titel des Verbunds/Projekts	Laufzeit	Bewilligungs-summe in Euro	Förderrichtlinie
PlenoM	Plenophthalmologische Kamera für die mobile 3D-Netzhautdiagnostik (PlenoM)	01.01.2019 - 31.12.2021	1.972.280	Immer vor Ort – mobile medizintechnische Lösungen für eine patientenfreundliche Gesundheitsversorgung
PLOBI2go	Industrie-in-Klinik-Plattform KIZMO - Modellvorhaben: Perzeption und Lokalisation binauraler Informationen bei Kindern (PLOBI2go)	01.09.2018 - 31.08.2020	1.197.310	Aufbau von Industrie-in-Klinik-Plattformen zur Entwicklung innovativer Medizinprodukte
PosiThera	Prozessbezogene, kontextsensitive Entscheidungsunterstützung und Simulation zur Therapieunterstützung am Beispiel chronischer Wunden (PosiThera)	01.01.2017 - 30.06.2020	940.066	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
Prosodiya	Digitale Therapie der Lese-Rechtschreibstörung (Prosodiya)	01.04.2017 - 30.06.2020	484.444	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
QuietamNox	Audio-visuelles Langzeitmonitoring bei Säuglingen und Kleinkindern mit respiratorischen Erkrankungen (QuietamNox)	01.01.2019 - 31.12.2021	1.075.059	Kleine Patienten, großer Bedarf – Medizintechnische Lösungen für eine kindgerechte Gesundheitsversorgung
RABE	Intelligenter Rollator für die stationäre Pflege (RABE)	01.10.2017 - 30.09.2020	1.783.150	KMU-innovativ: Medizintechnik
RaVeNNA-4pi	Digitale Plattform mit 4PI real-time Endoimaging zur endoskopischen 3D-Rekonstruktion, Visualisierung und Nachsorgeunterstützung von Patienten mit Harnblasenkarzinom (RaVeNNA-4pi)	01.02.2018 - 31.01.2021	3.018.502	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
REHALITY	Closed-loop Softwaresystem zur Neurorehabilitation nach Schlaganfall durch personalisiertes EEG/EMG-Hirnzustand-gesteuertes Virtual Reality-Therapieparadigma (REHALITY)	01.04.2019 - 31.03.2022	1.463.175	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
SELFPASS	Self-administered Psycho-TherApy-SystemS (SELFPASS)	01.12.2016 - 31.05.2020	2.357.298	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
SenseVojta	Sensorbasierte Diagnostik, Therapie und Nachsorge nach dem Vojta-Prinzip (SenseVojta)	01.12.2016 - 29.02.2020	2.016.760	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
SHArKi	Multimodales, sensorgestütztes Hand- und Armfunktionstraining für Kinder (SHArKi)	01.08.2018 - 31.07.2021	1.064.100	Kleine Patienten, großer Bedarf – Medizintechnische Lösungen für eine kindgerechte Gesundheitsversorgung
SIISpine	Entwicklung eines robotischen Assistenzsystems für die minimal invasive Wirbelsäulenchirurgie (SIISpine)	01.03.2017 - 29.02.2020	776.595	KMU-innovativ: Medizintechnik
Singlesweep	Entwicklung eines neuartigen Diagnosegerätes zur Klassifizierung von peripheren Hörstörungen auf der Basis von künstlicher Intelligenz (Singlesweep)	01.11.2018 - 31.10.2021	1.007.620	KMU-innovativ: Medizintechnik
STEADY	Sensorbasiertes System zur Therapieunterstützung und zum Management von Depressionen (STEADY)	01.11.2016 - 31.12.2019	1.657.570	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
Stimme 2.0	Ersatzstimme für Kehlkopflose durch Sprechbewegungsmessung und artikulatorische Sprachsynthese in Echtzeit (Stimme2.0)	01.01.2016- 28.02.2019	654.594	KMU-innovativ: Medizintechnik

Akronym	Titel des Verbunds/Projekts	Laufzeit	Bewilligungs-summe in Euro	Förderrichtlinie
STRIKE	Strukturierte Therapieplanung mit KI-Entscheidungsunterstützung für Leberinterventionen (STRIKE)	01.06.2019 - 31.05.2022	2.098.838	Bildgeführte Diagnostik und Therapie – Neue Wege in der Intervention
THERAFOLG-KOMP	Digitale Therapieerfolgsbestimmung im Bereich der Kompressionstherapie (THERAFOLG-KOMP)	01.08.2018 - 31.01.2021	983.600	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
THERASAS	Digitales Verfahren zur Erkennung und Therapie des Schlafapnoe-Syndroms (SAS) (THERASAS)	01.01.2017 - 31.12.2019	724.775	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
THERESIAH	Digitales Therapiesystem für hochgradig Hörgeschädigte (THERESIAH)	01.02.2018 - 31.01.2021	1.903.983	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
TOPOs	Therapievorhersage durch Analyse von Patientendaten in der Ophthalmologie (TOPOs)	01.02.2017 - 30.04.2020	1.625.254	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
Transition	Industrie-in-Klinik-Plattform M3i - Modellvorhaben: Automatisierte Transformation anatomischer Informationen für die Planung von Wirbelsäulenoperationen (Transition)	01.01.2018 - 31.12.2020	627.900	Aufbau von Industrie-in-Klinik-Plattformen zur Entwicklung innovativer Medizinprodukte
VarioKnie	Variables interaktives Prothesenkniegelenk (VarioKnie)	01.12.2017 - 30.11.2020	2.392.830	KMU-innovativ: Medizintechnik
VReha	Virtuelle Welten für digitale Diagnostik und kognitive Rehabilitation (VReha)	01.12.2017 - 31.05.2020	1.812.040	Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung

Impressum

Herausgeber
Bundesministerium
für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Gesundheitsforschung; Medizintechnik
11055 Berlin

Bestellungen
schriftlich an
Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09
18132 Rostock
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: bmbf.de
oder per
Tel.: 030 18 272 272 1
Fax: 030 18 10 272 272 1

Stand
Februar 2020

Druck
BMBF

Gestaltung
Michaela Reblin (BIOCOM AG)

Redaktion
Projektträger VDI Technologiezentrum GmbH (Tim Gabel, Sebastian Eulenstein, Dr. Antje Reinecke, Dr. Roland Metzner), Philipp Grätzel von Grätz, BIOCOM AG (Dr. Philipp Graf, Sandra Wirsching), Dr. Martin Lindner

Bildnachweise
Titelbild: DC Studio/adobestock.com
S.2: stockvisual/istock.com
S.4: DLR-PT/BMBF
S.6: Fraunhofer MEVIS und Institut für kardiovaskuläre Computer-assistierte Medizin der Charité – Universitätsmedizin Berlin
S.8: sudok1/adobestock.com
S.9: Damian/adobestock.com
S.11: Hochschule Pforzheim
S.14: Klinikum der LMU München
S.17: Siemens Healthcare
S.20, 21, 22: CoreTec GmbH
S.26: kite_rin/adobestock.com
S.27: demaerre/istock.com
S.29: UniTy Lab, Hochschule Heilbronn
S.32: MED-EL
S.35: MED-EL
S.38: Universitätsspital Basel
S.41: ZESS, Universität Siegen
S.44: Robert Kneschke/adobestock.com
S.47: contrastwerkstatt/adobestock.com

Diese Druckschrift wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.