

# Aktuelle Ergebnisse der Gesundheitsforschung

September 2019



**SPEZIAL**

**Daten helfen heilen: Digitalisierung und  
Künstliche Intelligenz in der Medizin**



# Inhaltsverzeichnis

Quo vadis, Medizin? Wie moderne IT-Technik hilft, die Gesundheit der Menschen zu verbessern	2
Interview: „Die Medizininformatik ist ein Wegbereiter der personalisierten Medizin“	6
Ein Register für die Notfallmedizin	10
Psychotherapie online – digitale Hilfe bei seelischer Belastung	12
Künstliche Intelligenz bringt Ordnung ins molekulare Chaos	14
Lebensqualität, die ins Ohr geht	16
Selbstlernende Orthesen für mehr Lebensqualität	19
Neuroblastome: Neue Erkenntnisse ermöglichen präzisere Therapie	21
Höhere Überlebenschancen nach Stammzelltransplantation	23
Interview: „Die Natur können Computer nicht entzaubern“	25
Interview: „Die Digitalisierung wird unser Bild vom Arzt enorm verändern“	28
Glossar	31

# Quo vadis, Medizin? Wie moderne IT-Technik hilft, die Gesundheit der Menschen zu verbessern

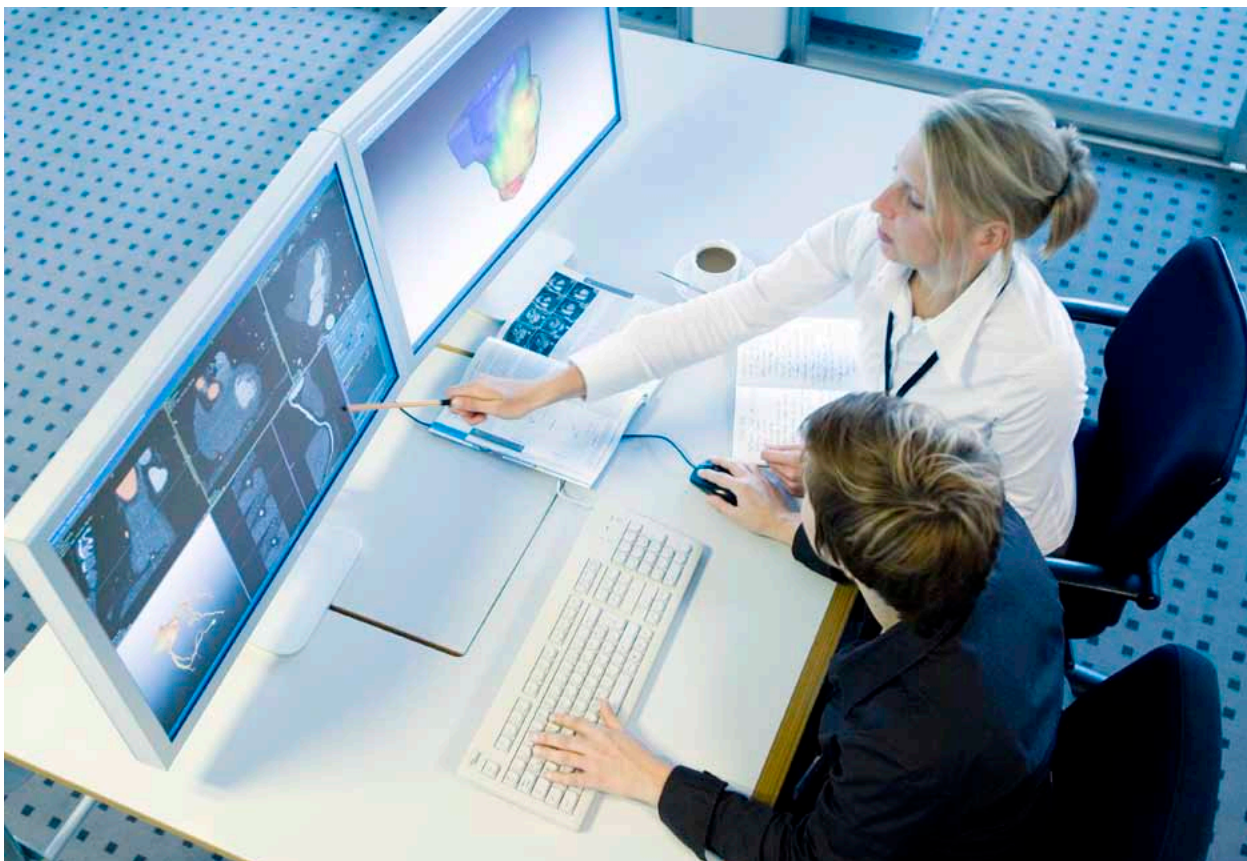
**Digitalisierung und Künstliche Intelligenz revolutionieren Forschung und Versorgung. Sie machen Diagnosen präziser und Therapien besser. Voraussetzung für diesen Wandel ist auch ein breiter gesellschaftlicher Konsens zur Nutzung der digitalen Innovationen.**

Einst veränderte der Blick durch das Mikroskop unser Verständnis von Krankheiten grundlegend – heute sind es Datenanalysen. Rasant wachsende Datensätze, vernetzte IT-Strukturen und Künstliche Intelligenz (KI) werden die Gesundheitsforschung und -versorgung so tiefgreifend und vielfältig verändern, wie keine Innovation zuvor.

- **Krankheiten besser verstehen.** Die Analyse molekularbiologischer und klinischer Daten mit ausgefeilten Algorithmen verschafft Forschenden immer tiefere Einblicke in die Entstehung von Krankheiten und in deren komplexe Mechanismen. Datenanalysen werden Ärztinnen und Ärzten helfen, Erkrankungen immer präziser

zu diagnostizieren und wirkungsvoller zu bekämpfen.

- **Therapien personalisieren.** Jeder Mensch ist einzigartig – das gilt auch für den Verlauf seiner Krankheiten. Die Digitalisierung ist ein wichtiger Wegbereiter der personalisierten Medizin. Denn je mehr Daten Ärztinnen und Ärzte – auch mithilfe Künstlicher Intelligenz – analysieren können, desto präziser können sie jede einzelne Patientin und jeden Patienten behandeln.
- **Wissen nutzbar machen – für Behandelnde und Betroffene.** Ärztinnen und Ärzte sollen künftig alle therapierelevanten Daten und neueste



Die computergestützte Analyse von Bilddaten hilft Ärztinnen und Ärzten, die Pumpfunktion und die Durchblutung des Herzens präzise zu beurteilen und passgenaue Therapieentscheidungen zu treffen.

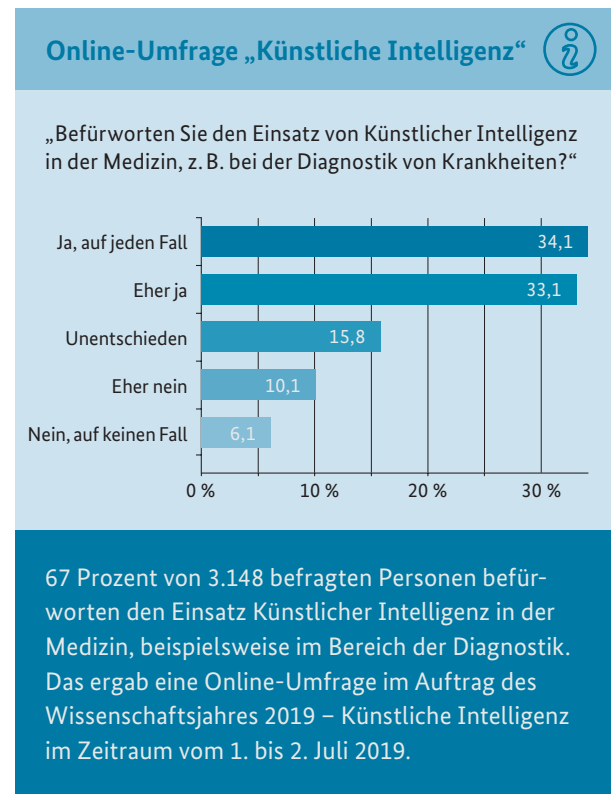
Erkenntnisse „per Mausklick“ abrufen, ihre Patientinnen und Patienten dadurch umfassender beraten und gemeinsam mit ihnen die bestmöglichen Therapieentscheidungen treffen können. Auch Patientinnen und Patienten werden sich besser informieren und ihre Wünsche so noch stärker in ärztliche Entscheidungen einbringen können. Die Verfügbarkeit von Informationen wird die Rolle von Behandelnden und Betroffenen verändern, wird sie – mehr als bisher – zu Partnern machen.

- **Chancengleichheit stärken.** Patientinnen und Patienten, die in der Nähe medizinischer Zentren leben, profitieren im Krankheitsfall von innovativen Angeboten der personalisierten Medizin oder haben die Möglichkeit, Zweitmeinungen erfahrener Klinikerinnen und Kliniker einzuholen. In ländlichen Regionen sieht das anders aus. Telemedizin und computergestützte Entscheidungssysteme können helfen, dieses Gefälle künftig zu kompensieren.

### Daten – der Rohstoff für die Medizin der Zukunft

Viele Faktoren treiben die Digitalisierung der Medizin voran. Wichtige Voraussetzungen schaffen beispielsweise moderne Hochdurchsatzverfahren: Sequenzierungsroboter entschlüsseln das komplette Erbgut einer Patientin oder eines Patienten – mehr als drei Milliarden Bausteine – heute binnen weniger Stunden. Automaten scannen die Gesamtheit der Genaktivitäten und Stoffwechselprodukte von Tumoren, um Krebserkrankungen präziser zu charakterisieren. Diese Hochdurchsatztechnologien ermöglichen der genetischen und biomedizinischen Forschung den Aufbruch in eine neue Dimension. Zusammen mit den klinischen Routinedaten – Blutwerten, Bilddaten, Krankheitsverläufen und Therapieerfolgen – entstehen tagtäglich neue und gigantische Datenmengen.

Diese Big Data sind ein riesiger Wissens- und Erfahrungsspeicher. Um ihn nutzen zu können, bedarf es einer digitalen Raffinerie: Forschungs- und Versorgungsdaten müssen über die Grenzen von Institutionen hinweg harmonisiert, standortübergreifend in computerlesbare Informationen verwandelt und über sichere Infrastrukturen miteinander vernetzt werden. Im nächsten Schritt können Forschende, Ärztinnen und Ärzte mit intelligenten IT-Lösungen in diesen Daten verborgene Muster



aufspüren – unbekannte Signaturen von Erkrankungen, neue Ansatzpunkte für präzisere Diagnosen und personalisierte Therapien.

### Vielfältig einsetzbar: Künstliche Intelligenz

Computer sind unschlagbar, wenn es darum geht, komplexe Datenmengen in kurzer Zeit zuverlässig zu analysieren. Im Gegensatz zum Menschen wird Software nicht müde, verliert nie die Konzentration. Dieses Potenzial gilt es zu nutzen, um den Menschen zu helfen. So können IT-Lösungen beispielsweise die Vorboten epileptischer Anfälle erkennen, indem sie die Nervenstromdaten von Patientinnen und Patienten auf kleinste Nuancen und spezifische Veränderungen scannen. Werden die Programme fündig, alarmieren sie die Patientinnen und Patienten. Diese können dann schnell wirkende Medikamente einnehmen oder eine sichere Umgebung aufsuchen. Auch Bezugspersonen oder Ärztinnen und Ärzte kann das System informieren. Solche Systeme, die den Verlauf von Krankheiten vorhersagen, können diagnostische und therapeutische Entscheidungen in vielen Bereichen der Medizin wirkungsvoll unterstützen. Moderne Verfahren der Künstlichen Intelligenz – kurz KI – machen diese Unterstützungssysteme immer leistungsfähiger.

Die Einsatzmöglichkeiten von KI gehen weit über die Vorhersage von Krankheitsverläufen hinaus. KI kann beispielsweise Operierenden helfen, die anspruchsvollen Eingriffe unter dem Mikroskop durchführen: Per Sprachsteuerung können Ärztinnen und Ärzte wichtige Informationen anfordern, die dann im Okular des OP-Mikroskops erscheinen. Auch bei der OP-Planung kann KI unterstützen. So berechnen intelligente Programme beispielsweise, wie der Kieferknochen eines Patienten nach der Entfernung eines Tumors rekonstruiert werden muss, damit er den mechanischen Belastungen des Alltags dauerhaft standhalten wird.

### **Der Geist in der Maschine: Zuverlässige Fleißarbeiter und lernende Analysten**

Der Intelligenz-Begriff ist komplex und facettenreich, er lässt sich in keine präzise und kompakte Definition pressen. Mit KI ist es nicht anders. Im allgemeinen Sprachgebrauch bezeichnet sie technische Systeme, deren Leistungen den kognitiven Fähigkeiten des Menschen ähneln. KI ist demnach, wenn Computer mithilfe programmierter oder erlernter Zusammenhänge Daten analysieren und Aufgaben selbstständig lösen.

Computer können dabei gemäß der ihnen einprogrammierten Regeln Patientendaten durchforsten, vorgegebene Parameter erfassen und auf der Basis definierter Skalen positive und negative Befunde erstellen. KI-Lösungen können große Datenmengen aber auch „unvoreingenommen“ analysieren. Sie lernen, in den Daten Muster zu erkennen, ohne dass ein Mensch ihnen zuvor gesagt hat, wonach genau sie suchen sollen. Hier sind künstliche neuronale Netze und Mechanismen des „Deep Learning“ am Werk. In der Krebsforschung werden solche Programme zunächst mit Gewebebildern und genetischen Daten darauf trainiert, gutartige von bösartigen Tumoren zu unterscheiden. In dieser Trainingsphase lernen die Programme durch die Rückmeldungen „richtig“ oder „falsch“. Danach können sie weitere Daten eigenständig und sehr zuverlässig bewerten. Diese KI-Systeme haben das Potenzial, Neues zu entdecken – beispielsweise bislang unbekannte und therapeutisch relevante Kennzeichen von Krebszellen.

### **Die digitale Medizin braucht das Vertrauen der Menschen**

Bei allem Fortschritt, der sich durch den digitalen Wandel in der Medizin abzeichnet – er muss

umsichtig erfolgen. Gesundheitsdaten sind sensibel, Datenschutz und Datensicherheit also von herausragender Bedeutung. Um der Digitalisierung vertrauen zu können, müssen Patientinnen und Patienten aktiv mitbestimmen, wer ihre Daten zu welchem Zweck nutzen darf. Eine weitere Voraussetzung für den erfolgreichen digitalen Wandel der Medizin ist eine öffentliche und informierte Auseinandersetzung über Chancen und Risiken, gerade beim Einsatz von KI. Hier setzt auch die vom BMBF durch das Rahmenprogramm Gesundheitsforschung gestärkte Wissenschaftskommunikation an.

### **Strategie und Schwerpunkte der Forschungsförderung**

Die Digitalisierung und der Einsatz von KI in der Gesundheitsforschung und -versorgung haben für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) einen hohen Stellenwert. So hat das BMBF im Rahmenprogramm Gesundheitsforschung die Digitalisierung als Leitlinie verankert, die sämtliche Handlungsfelder der Gesundheitsforschung durchdringt. Die Medizininformatik-Initiative des BMBF ist dabei ein Grundpfeiler des digitalen Wandels in der Medizin. Auch die ressortübergreifende „Roadmap Digitale Gesundheitsinnovationen“ des BMBF, des Bundesministeriums für Gesundheit und des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, treiben den digitalen Wandel des Gesundheitssystems voran. Zusätzlich investiert die Bundesregierung 2019 im Rahmen ihrer „Strategie Künstliche Intelligenz“ eine halbe Milliarde Euro in vielfältige KI-Maßnahmen. In der Gesundheitsforschung berühren KI und Digitalisierung einen besonders sensiblen Lebensbereich. Ethische und rechtliche Fragen sind hier von Anfang an mitzudenken. Dem geht die ELSA-Forschung des BMBF nach. Hierbei werden gezielt Projekte gefördert, die sich mit den ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekten („Ethical Legal and Social Aspects“, ELSA) der modernen Lebenswissenschaften auseinandersetzen.

Die in diesem Newsletter vorgestellten Projektbeispiele und Interviews mit Forscherinnen und Forschern sollen den vielseitigen Mehrwert der Digitalisierung in der Gesundheitsforschung und -versorgung verdeutlichen. Sie zeigen, wie Patientinnen und Patienten konkret von modernen IT-Lösungen profitieren können und wie breit die Forschungsförderung des BMBF auf diesem Gebiet aufgestellt ist.

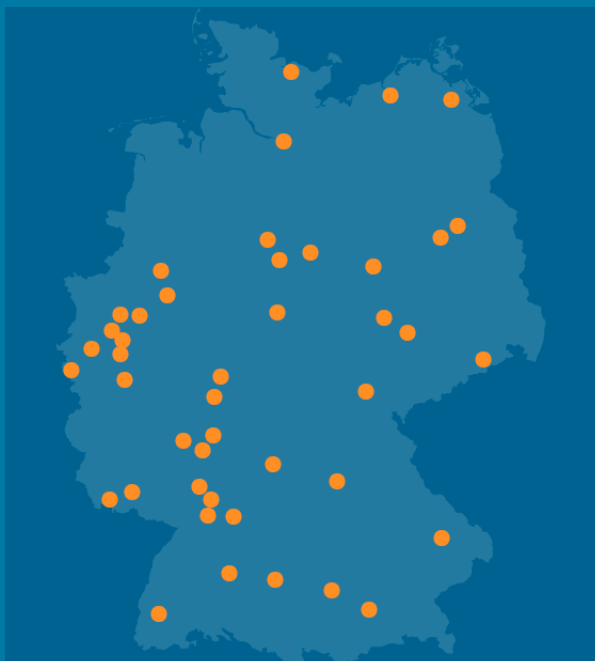
## Medizininformatik – vernetzen, forschen, heilen



**Klinische Daten für die Forschung und die Patientenversorgung nutzen – das ist der Auftrag der Medizininformatik-Initiative. Ihr**

**Ziel: passgenauere Diagnosen und Therapien sowie neue Erkenntnisse, die helfen, Krankheiten besser zu bekämpfen.**

Die Medizininformatik-Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) vereint zahlreiche Akteure aus Forschung und Gesundheitsversorgung. In vier Konsortien arbeiten alle Universitätskliniken Deutschlands mit Forschungseinrichtungen und Unternehmen zusammen. Im Dialog mit weiteren Akteuren – Krankenkassen, Patientenvertretungen und Ärzteverbänden – bauen sie medizinische Datenintegrationszentren auf. Sie sollen klinische Informationen standardisieren und in eine wertvolle Ressource verwandeln, die Ärztinnen und Ärzte, Forscherinnen und Forscher, über die Grenzen von Institutionen und Standorten hinweg nutzen können.



Wer macht was wo? Detaillierte Informationen zur Medizininformatik-Initiative finden Sie auf [www.medizininformatik-karte.de](http://www.medizininformatik-karte.de).

### Medizininformatik-Initiative – die Eckdaten



Rund 160 Millionen Euro stellt das BMBF von 2018 bis 2021 für die Initiative bereit:

- **Aufbau und Vernetzungsphase (2018–2021):** Vier Konsortien bauen seit 2018 Datenintegrationszentren auf. In konkreten Anwendungsfällen sollen sie den medizinischen Nutzen ihrer IT-Architekturen und Softwarelösungen für die Patientinnen und Patienten aufzeigen.
- **Ausbau und Erweiterungsphase (2022–2025):** Weitere Kliniken und Partner sollen bewährte Lösungen übernehmen, damit Menschen in Deutschland flächendeckend von den Erfolgen der Medizininformatik profitieren.

### Den Nutzen aufzeigen: Versorgungspraxis spürbar verbessern

In konkreten Anwendungsfällen oder „Use Cases“ werden die Konsortien den Mehrwert der Medizininformatik für die Menschen in der Praxis zeigen. Im Fokus stehen zunächst ausgewählte Schwerpunkte, darunter Asthma und Lungenerkrankungen, Herzinsuffizienz, Multiple Sklerose und Parkinson-Krankheit, Intensivmedizin, personalisierte Krebsmedizin und die Bekämpfung von Krankenhausinfektionen.

### Datenschutz und Datensicherheit: Grundpfeiler der Initiative

Zentrale Erfolgsfaktoren der Medizininformatik-Initiative sind ein umfassender Datenschutz, Datensicherheit und das Vertrauen der Patientinnen und Patienten. Denn die Nutzung ihrer klinischen Daten setzt eine freiwillige und informierte Einwilligung voraus. Die Initiative bindet Datenschutzbeauftragte, Ethikkommissionen sowie Patientenorganisationen in ihre Planungen ein. Patientinnen und Patienten sollen ihre Daten einsehen und ihre Einwilligung jederzeit ändern können.

## „Die Medizininformatik ist ein Wegbereiter der personalisierten Medizin“

**Im Interview spricht die Nachwuchswissenschaftlerin Antje Wulff darüber, wie die Medizininformatik die Versorgung der Patientinnen und Patienten verbessern wird – und welche Rolle die Künstliche Intelligenz dabei spielen kann.**

*Wie sind Sie Medizininformatikerin geworden?*

**Antje Wulff:** Zunächst habe ich Wirtschaftsinformatik studiert. Den ersten Kontakt mit der Medizin hatte ich bereits im Bachelor-Studium während meiner Arbeit bei der IBM im Bereich „Healthcare and Life Sciences“. Das hat mir so gut gefallen, dass ich bei der Medizin geblieben bin. Es ist mir wichtig, die Informatik zu nutzen, um den Menschen zu helfen. Meinen Master machte ich dann am PLRI, dem Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover. Dort bin ich jetzt wissenschaftliche Mitarbeiterin.

*Was sind die Ziele der Medizininformatik?*

Wir organisieren und analysieren medizinische Daten mit Werkzeugen der Informatik – unter strenger Beachtung des Datenschutzes. Wir wollen beispielsweise neue Zusammenhänge und Erkenntnisse aufspüren, um die Diagnostik zu verbessern. Und wir entwickeln IT-Lösungen, die große Datenmengen analysieren und vorhersagen, welche Therapie für eine bestimmte Person die beste ist. Die Medizininformatik ist also ein Wegbereiter der personalisierten Medizin.

*Dann profitieren Sie ja von der „Datenexplosion“ in der Gesundheitsversorgung.*

An „Rohstoff“ mangelt es im Prinzip nicht. Jede Klinik füllt ihre Informationssysteme tagtäglich mit



Ein digitales Frühwarnsystem kann helfen, gefährliche Krankenhausinfektionen schneller zu stoppen. Es soll mögliche Infektionsquellen und Übertragungswege aufspüren.

unterschiedlichsten Daten aus der Versorgungsroutine – Laborwerte, Röntgenbilder, Arztbriefe. Doch dieses Material ist sehr heterogen. Selbst vermeintlich einfach strukturierte Blutdruckwerte werden in einer Klinik oft unterschiedlich dokumentiert. Die „Datensilos“ der Kliniken sind für uns wertvoll, müssen aber harmonisiert und computerlesbar gemacht werden, um sie nutzenbringend mit IT-Werkzeugen analysieren zu können.

*Wie verbessern Datenanalysen die Versorgung der Menschen konkret?*

Die Möglichkeiten sind vielfältig. Ich selber arbeite aktuell an einem Frühwarnsystem, das bei Häufungen von Erregern im Krankenhaus Alarm schlägt. Wir führen die Informationen über die Aufenthaltsorte der Patientinnen und Patienten mit ihren mikrobiologischen Befunden zusammen: „Wer war wann auf welcher Station und wurde wann wohin verlegt?“, und „Welche Erreger wurden wann bei welcher Person nachgewiesen?“. Die Analyse dieser Daten soll helfen, Infektionsherde und Übertragungswege in Krankenhäusern früher zu erkennen und mögliche Ausbreitungen gefährlicher Erreger schneller zu stoppen.

*Sind solche Innovationen dann künftig deutschlandweit einsetzbar?*

Das ist unser Ziel. Doch um medizininformatische Werkzeuge standortübergreifend nutzen zu können, müssen wir sehr viele Datensilos harmonisieren. Das ist eine Mammut-Aufgabe für ein Mammut-Projekt – die Medizininformatik-Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Viele der Unikliniken, die sich daran beteiligen, bauen Datenintegrationszentren auf. Sie führen Patientendaten aus verschiedenen Klinikbereichen zusammen und machen sie maschinenlesbar. Auch das PLRI ist Teil dieser Initiative. Als Partner in HiGHmed, einem der vier vom BMBF geförderten Medizininformatik-Konsortien, unterstützen wir den Aufbau eines medizinischen Datenintegrationszentrums an der Medizinischen Hochschule Hannover.

## Zur Person



Antje Wulff ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik (PLRI). Als Teil der TU Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) ist das PLRI Partner im Medizininformatik-Konsortium HiGHmed. Für den Aufbau eines medizinischen Datenintegrationszentrums an der MHH koordiniert Antje Wulff die institutionsübergreifende Modellierung von Daten. Zudem unterstützt sie die technische Umsetzung des HiGHmed-Anwendungsfalls zur Infektionskontrolle in Krankenhäusern. In weiteren Projekten entwickelt sie klinische Entscheidungsunterstützungssysteme für die pädiatrische Intensivmedizin.

Ärztinnen und Ärzte sollen die von diesen Zentren bereitgestellten Informationen künftig standortübergreifend abfragen können, um beispielsweise Krankheits- und Therapieverläufe besser zu überschauen. Zugleich werden wir die neuen Datenplattformen nutzen, um verschiedene klinische Forschungs- und Anwendungssysteme zu entwickeln.

*Diese Anwendungen widmen sich dann unterschiedlichen Krankheitsbildern?*

Ja, und nicht nur das – sie demonstrieren das vielfältige Einsatzspektrum der Medizininformatik. Das zeigen die drei Anwendungsfälle, an denen wir im HiGHmed-Konsortium arbeiten. Den ersten Anwendungsfall hatte ich schon skizziert – es ist das Frühwarnsystem, das die Ausbreitung von Infektionen in Krankenhäusern verhindern soll.

Im zweiten Anwendungsfall entsteht ein virtuelles Tumorboard: Es führt alle relevanten Daten einer Krebspatientin oder eines -patienten zusammen und bereitet sie anschaulich auf. Mit seiner Hilfe sollen auch ähnliche Krankheitsverläufe an anderen Standorten gefunden und miteinander verglichen werden können. Dieses Werkzeug hilft Ärztinnen und Ärzten, eine Erkrankung ganzheitlich zu erfassen und Therapieentscheidungen schnell und zielsicher zu treffen.

Der dritte HiGHmed-Anwendungsfall widmet sich Menschen mit Herzinsuffizienz. Tragbare Geräte, etwa Smartwatches, sollen die Vitaldaten der Patientinnen und Patienten auch nach ihrer Entlassung aus der Klinik an Ärztinnen und Ärzte übermitteln. Sobald die Daten eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes andeuten, könnten die Medizinerinnen und Mediziner präventiv tätig werden – anstatt

die Betroffenen wie bisher erst dann zu behandeln, wenn sie mit akuten Beschwerden in die Klinik kommen.

*Setzen Sie dabei auch auf Künstliche Intelligenz (KI)?*

Jein, KI ist nicht einfach zu definieren. Wissensbasierte Modelle analysieren Daten mit einem klar definierten Regelwerk. Datenbasierte Modelle sind dagegen selbstlernende Programme. Wenn man sie beispielsweise mit radiologischen Bildern und dazugehörigen Befunden trainiert, lernen sie solche Bilder eigenständig zu bewerten. Sie liefern hervorragende diagnostische Ergebnisse – schneller und zuverlässiger als ein Mensch das schafft. Dabei sind häufig vielschichtige künstliche neuronale Netze am Werk – im Fachjargon spricht man auch von „Deep Learning“. Diese Systeme sind aber oft eine Black Box: Vorne kommen Daten hinein, hinten ein Ergebnis heraus. Was dazwischen passiert, das weiß man nicht immer so genau.

*Die Entscheidungswege dieser lernenden Systeme sind also nicht transparent?*

Das kann passieren. Deshalb plädiere ich für hybride Lösungen, die auf wissens- und auf datengetriebenen Algorithmen basieren. Solche Modelle wollen wir auch in unserem Frühwarnsystem zur Vermeidung von Krankenhausinfektionen einsetzen.

An wichtigen Punkten sollten die Entscheidungswege des Computers transparent sein. Ärztinnen und Ärzte können dem System dadurch auch ein Feedback geben: „Nein, diese Entscheidung ist falsch, weil ...“. So lernt das Modell nicht nur von Daten, sondern auch von Erfahrungen der Ärztinnen und Ärzte. Ist

das dann noch KI? Für mich ja, für andere vielleicht nicht – aber das ist eine akademische Frage. Uns geht es darum, die Menschen bestmöglich zu behandeln.

*Wird KI den medizinischen Alltag erreichen?*

Das wird so sein. Wenn wir harmonisierte Daten erst einmal standortübergreifend analysieren können, ergeben sich großartige Einsatzmöglichkeiten für KI. Ich bin mir sicher, dass Ärztinnen und Ärzte zukünftig KI-basierte entscheidungsunterstützende Systeme nutzen werden, um Diagnose- und Therapieentscheidungen zu treffen oder durch eine „zweite Meinung“ abzusichern.

*Was werden Ärztinnen und Ärzte dann noch besser können als die lernenden Maschinen?*

Durch den persönlichen Kontakt können sie wichtige Faktoren berücksichtigen, die ein Computer nicht kennt. Dazu zählen beispielsweise die Lebensumstände der Patientinnen und Patienten sowie deren persönliche Wünsche und Erwartungen. Sie spielen bei Diagnose- und Therapieentscheidungen oft eine wichtige Rolle.

*Das Gespräch von Mensch zu Mensch bleibt also unersetzbar.*

Ja, und die Digitalisierung wird seine Bedeutung sogar noch stärken: Patientinnen und Patienten werden sich immer besser informieren. Die Medizininformatik-Initiative fördert dies, indem sie ihnen Einblick in ihre medizinischen Datenbestände ermöglichen wird. Wir wollen auch dazu beitragen, dass Patientinnen und Patienten künftig qualitativ hochwertige Informationsquellen nutzen – nicht das erste Ergebnis, das ihnen eine Suchmaschine liefert. Gut informiert können sie dann gemeinsam mit ihrer Ärztin oder ihrem Arzt die individuell bestmögliche Therapie finden.

*Sind Ärztinnen und Ärzte auf die Digitalisierung ihres beruflichen Alltags vorbereitet?*

Es ist wie bei jedem Wandel: Viele Ärztinnen und Ärzte sehen ihrer neuen Rolle positiv entgegen, andere



Vitaldaten von Menschen mit Herzinsuffizienz sollen nach der stationären Therapie per Smartwatch in die Klinik übertragen werden. Deutet sich eine Verschlechterung der Daten an, können Ärztinnen und Ärzte präventiv tätig werden.

eher kritisch. Um die Akteure im Gesundheitswesen auf den Einzug der Medizininformatik vorzubereiten, entwickeln wir vielfältige Aus- und Fortbildungsmodule.

*Wie sieht es mit der Nachwuchsförderung in der Medizininformatik aus?*

Dem widmet sich die Medizininformatik-Initiative mit großem Engagement. Die Konsortien entwickeln neue Lehrkonzepte und Curricula der Medizininformatik, die deutschlandweit in Studienangeboten implementiert werden. Die Studierenden lernen das klassische Handwerkzeug der Programmierung, aber auch, sich im Gespräch mit Ärztinnen und Ärzten schnell in neue medizinische Fragestellungen einzuarbeiten.

*Sie nannten die Medizininformatik-Initiative ein Mammut-Projekt. Gibt es bereits erste Erfolge?*

Der Aufbau der Datenintegrationszentren startete 2018 – natürlich müssen wir uns noch etwas gedulden, bis die Versorgung der Menschen im Alltag durch die Medizininformatik-Projekte messbar verbessert wird. Die Initiative hat aber schon jetzt viel bewegt: Alle deutschen Universitätskliniken haben sich ihr angeschlossen. In ganz Deutschland entwickeln Expertinnen und Experten zurzeit gemeinsame Standards für Datenformate oder arbeiten an einheitlichen Datenschutz- und Datennutzungskonzepten – das ist bereits ein großer Erfolg. Auch unsere Anwendungsfälle machen auf der technischen Ebene deutliche Fortschritte. Wir sind also auf einem sehr guten Weg.

*Vielen Dank für das Gespräch!*

---

#### **Ansprechpartnerin:**

Antje Wulff

Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover

38106 Braunschweig

Tel: 0531 391-9510

E-Mail: [antje.wulff@plri.de](mailto:antje.wulff@plri.de)

---

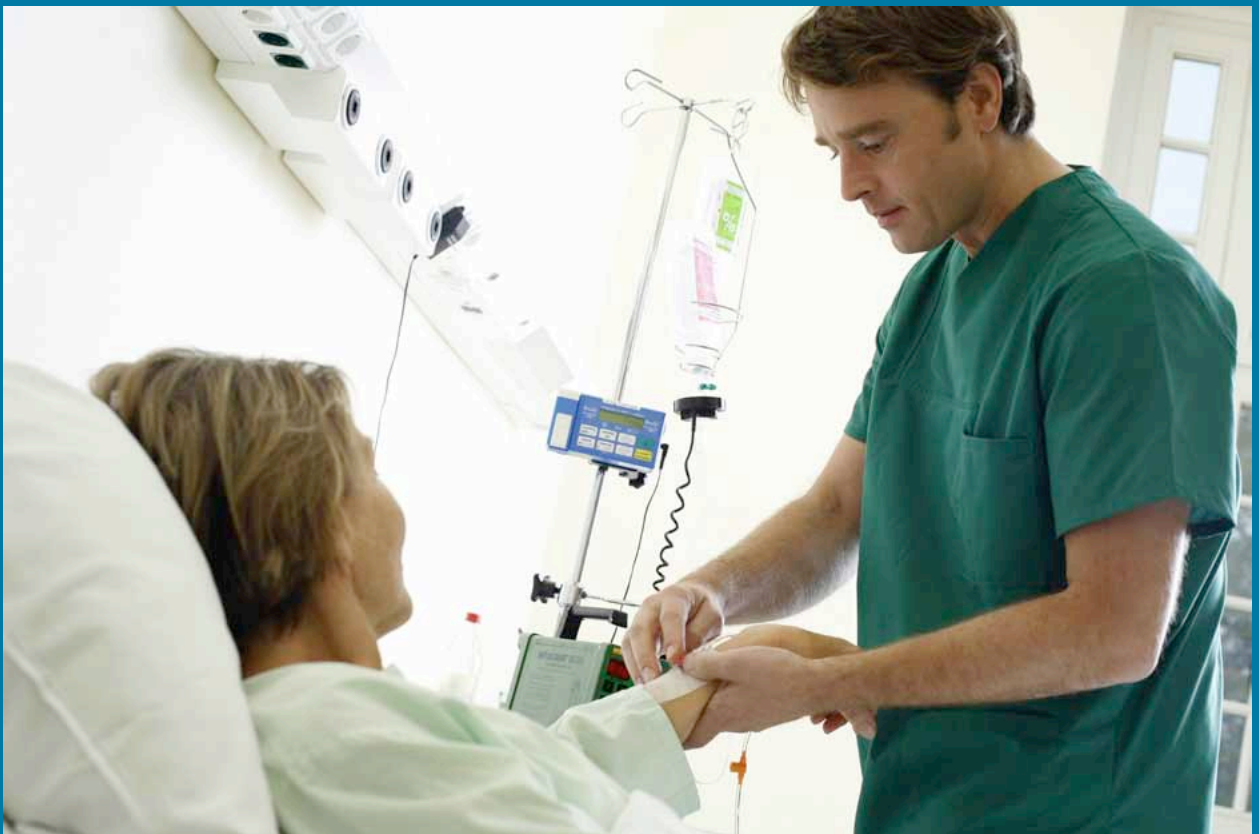
## Versorgungsforschung – forschen für ein patientenorientiertes Gesundheitswesen

Die Versorgungsforschung nimmt die alltägliche Patientenversorgung unter die Lupe: Ist eine neue Behandlungsform auch im Versorgungsalltag wirksam? Wie wird sie von den Patientinnen und Patienten angenommen? Lässt sie sich gut in den medizinischen Alltag in der Praxis oder im Krankenhaus einbauen? Wenn dem nicht so ist, woran könnte es liegen? Die Versorgungsforschung liefert wichtige Antworten auf Fragen wie diese und sichert sie wissenschaftlich ab. Davon profitieren die Patientinnen und Patienten sowie alle Akteure und Entscheidungsträger im Gesundheitswesen.

Zukünftig wird die Versorgungsforschung noch an Bedeutung gewinnen. Denn der demografische Wandel und die gesellschaftlichen Veränderungen stellen auch das Gesundheitssystem vor neue Herausforderungen. Digitalisierung und Künstliche Intelligenz können helfen, diesen Herausforderungen zu bege-

nen. So ermöglicht das Digitale-Versorgung-Gesetz schon heute die Verordnung von Apps auf Rezept. Online-Sprechstunden und telemedizinische Behandlung werden alltäglich. Aufgabe der Versorgungsforschung wird es sein, diese neuen Versorgungswege mitzugestalten, zu untersuchen und zu bewerten, damit sie den Menschen wirklich helfen.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat die Versorgungsforschung in den vergangenen Jahren intensiv unterstützt. Mit dem „Aktionsplan Versorgungsforschung“ hat das Ministerium die Versorgungsforschung in Deutschland nachhaltig gestärkt. Dafür hat es insgesamt rund 50 Millionen Euro zur Verfügung gestellt. Mit den Fördergeldern haben Universitäten beispielsweise Professuren und Nachwuchsgruppen eingerichtet, die die Versorgungs- und Altersforschung in Deutschland voranbringen. Darüber hinaus wurden mit Unterstützung des BMBF vier gesundheitsökonomische Zentren gegründet. Sie bündeln die wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Kompetenzen mit medizinischer Expertise, um wichtige gesundheitspolitische Themen vielschichtig zu betrachten.



Die Versorgungsforschung orientiert sich an den Wünschen und Bedürfnissen der Patientinnen und Patienten.

# Ein Register für die Notfallmedizin

**Etwa 21 Millionen Erkrankte suchen in Deutschland jährlich die Notaufnahmen auf. Bislang ist es kaum möglich, die Dokumentation dieser Behandlungen für die Forschung zu nutzen. Ein vom BMBF gefördertes Register soll das ändern.**

Oft sind es Minuten, manchmal sogar nur Sekunden, die in der Notaufnahme über Leben und Krankheitsverlauf entscheiden. Unter enormem Zeitdruck nehmen die dort arbeitenden Ärztinnen und Ärzte erste Untersuchungen vor und leiten Therapien ein. Für eine ausführliche Dokumentation bleibt nicht viel Zeit. „Die Dokumentation der unterschiedlichen Kliniken weicht oft stark voneinander ab. Das hat den großen Nachteil, dass sie nicht miteinander verglichen werden können. Denn die Kliniken nutzen für ihre Dokumentation unterschiedliche Verfahren und eigene Protokollvorlagen, die zum Teil noch handschriftlich ausgefüllt werden“, schildert Professor Felix Walcher, Direktor der Klinik für Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Magdeburg. „Der Forschung entgeht damit ein wertvoller Datenschatz, der sich für Verbesserungen in der Notfallmedizin nutzen ließe.“

Gemeinsam mit seinem Kollegen Professor Rainer Röhrig initiierte Walcher das Forschungsprojekt „Verbesserung der Versorgungsforschung in der Akutmedizin in Deutschland durch den Aufbau eines Nationalen Notaufnahmeregisters“ (AKTIN). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt die Wissenschaftler dabei. „Mit diesem Projekt schaffen wir eine einheitliche und standardisierte Dokumentation für die Notfallmedizin.

Dafür mussten wir eine Infrastruktur etablieren, die Routinedaten in einem schwierigen Umfeld so strukturiert erfasst, dass sie klinikübergreifend genutzt werden können“, erläutert Röhrig, Direktor des Instituts für Medizinische Informatik an der RWTH Aachen. „Das hat Potenzial auch für das Qualitätsmanagement der Kliniken. Denn der klinikübergreifende Vergleich kann Schwachstellen in den eigenen Abläufen aufzeigen und zur Optimierung der Prozesse beitragen“, ergänzt Walcher. Davon wiederum profitieren die Patientinnen und Patienten: Das, was die Notfallmedizin einer Klinik besonders auszeichnet, lässt sich möglicherweise auch in anderen Bereichen der Medizin anwenden.

## Daten für die Forschung und das Qualitätsmanagement

Zunächst erarbeiteten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des AKTIN-Projektes ein Protokoll, mit dem Dokumentationen einheitlich und mit wenig Aufwand vorgenommen werden können. Als fachliche Grundlage diente ihnen dafür das Notaufnahmeprotokoll der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI).



Den Ärztinnen und Ärzten der Notaufnahme bleiben oft nur Sekunden oder Minuten, um eine Diagnose zu stellen und die Therapie einzuleiten.

Für das Register, in dem die Daten zusammengeführt werden, wählten die Initiatoren eine dezentrale Struktur. Das heißt: Die aufgezeichneten Daten verbleiben vor Ort, die Kliniken können die Datenherausgabe jederzeit kontrollieren. Somit können sie sowohl Ihrer Verantwortung im Rahmen von Schweigepflicht und Datenschutz gerecht werden als auch ihre Geschäfts- und Mitarbeiterinteressen wahren. Diese Struktur schafft zudem die Voraussetzung dafür, das Register bundesweit handhaben zu können, denn bei einer Ausweitung auf andere Kliniken wird kaum zusätzlicher Speicherplatz benötigt. Über eine Schnittstelle lässt sich das Register in die Krankenhaus-IT integrieren.

Die im Notaufnahmeprotokoll erfassten Daten erfüllen einen hohen Qualitätsstandard. So soll sichergestellt werden, dass sie auch den Ansprüchen der Forschung gerecht werden – immer unter Berücksichtigung der geltenden Datenschutzregeln. Die beteiligten Kliniken erhalten zudem monatlich eine automatisierte Rückmeldung zur Daten- und Dokumentationsqualität und können diese nutzen, um ihr eigenes Qualitätsmanagement zu verbessern. Diese Rückmeldungsfunktion wird in enger Zusammenarbeit mit den Leiterinnen und Leitern der Notaufnahme stetig verbessert und ausgebaut. „AKTIN zeigt, wie die Qualitätssicherung in den Notaufnahmen durch die Nutzung der in der klinischen Routine erfassten Daten gelingen kann. Das Besondere daran: Für das Personal entsteht dabei, wenn überhaupt, nur ein ganz geringer Mehraufwand“, führt Röhrig aus.

Aktuell umfasst das AKTIN-Notaufnahmeregister eine Million Datensätze. Bislang nehmen bundesweit 16 Notaufnahmen an dem Projekt teil; über sie fließen jedes Jahr circa 500.000 weitere Datensätze in das Register ein.

### Frühwarnsystem für Epidemien

Sinnvoller Zusatznutzen des Registers: Die Daten aus den Notaufnahmen helfen zudem beispielsweise bei der Früherkennung von Epidemien. Das hat eine Kooperation zwischen AKTIN und dem Robert Koch-Institut (RKI) sowie dem Niedersächsischen Landesgesundheitsamt (NLG) ergeben, die zugleich den Nachweis erbrachte, dass die Registerdaten auch den Ansprüchen der Forschung Genüge tragen. AKTIN liefert kontinuierlich Daten an beide Institutionen, und diese konnten anhand dieser Daten den Verlauf einer Grippewelle in Niedersachsen nachvollziehen. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse nutzen RKI und NLG für die Entwicklung von Modellen, mit denen sich eine drohende Grippewelle frühzeitig erkennen lässt – inklusive entsprechender Vorwarnung der Bevölkerung.

Aktuell arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an einem Konzept, das Register dauerhaft und großflächig auszubauen. Dabei zählt es sich aus, dass sie von Beginn an darauf achteten, Kosten und Belastung für die in den Notaufnahmen arbeitenden Menschen möglichst gering zu halten und eine hohe Vergleichbarkeit der Daten zu garantieren. „Unser Ziel ist es, möglichst viele Kliniken auch außerhalb von

Förderungen einzubinden und die Kosten für den Betrieb und die nötigen Anpassungen umlegen zu können. Nur so können wir die Infrastruktur verstetigen“, fügt Röhrig hinzu. Damit dies gelingt, wird für das Register eine preisgünstige sogenannte Open-Source-Technologie eingesetzt, die öffentlich verfügbar ist und den jeweiligen Ansprüchen angepasst werden kann. Um die Interoperabilität und Standardisierung der Daten zu garantieren, gleichen die Forschenden diese zudem mit der durch die BMBF-Medizininformatik-Initiative entstehende Infrastruktur und den dort erarbeiteten Standards ab.

Künftig möchten die Forschenden auch die Dokumentation zwischen Rettungsdienst und Notaufnahme vereinheitlichen und entsprechende Standards in der Intensivmedizin etablieren. Damit könnten sie die gesamte Versorgungskette abdecken – mit deutlichen Verbesserungen sowohl für die Krankenversorgung als auch für die Forschung in der Notfallmedizin.

---

#### Ansprechpartner:

Prof. Dr. Rainer Röhrig  
RWTH Aachen  
Institut für Medizinische Informatik  
Pauwelsstraße 30  
52074 Aachen  
Tel.: 0241 80-88790  
E-Mail: [rroehrig@ukaachen.de](mailto:rroehrig@ukaachen.de)

Prof. Dr. Felix Walcher  
Universitätsklinikum Magdeburg  
Klinik für Unfallchirurgie  
Leipziger Straße 44  
39120 Magdeburg  
Tel.: 0391 6715575  
E-Mail: [felix.walcher@med.ovgu.de](mailto:felix.walcher@med.ovgu.de)

---

# Psychotherapie online – digitale Hilfe bei seelischer Belastung

Ein vom BMBF gefördertes Forschungsprojekt untersucht, ob eine webbasierte psychotherapeutische Begleitung dazu beitragen kann, dass Patientinnen und Patienten mit chronischen Rückenschmerzen weniger seelisch belastet sind.

Digitale Gesundheitsangebote gibt es schon viele. Sei es die Armbanduhr, die Schritte zählt oder die App im Smartphone, mit der ein Tagebuch über Kopfschmerzen geführt werden kann. Auch im psychotherapeutischen Bereich könnten digitale Angebote zukünftig eine wirksame, niederschwellige Hilfe sein. Denn manchen Menschen fällt es leichter, an ihrem Computer nach Hilfe zu suchen, als den Gang zu einem Psychotherapeuten oder Psychiater anzutreten.

## Psychotherapeutische Hilfe über Computer, Tablet und Smartphone

Erste Befunde zeigen, dass solche digitalen Hilfsangebote erfolgreich sein können – wenn sie geprüft und von hoher professioneller Qualität sind. Meist handelt es sich hierbei nicht um alleinstehende Programme, sondern die Teilnehmenden werden auch durch Psychotherapeutinnen und -therapeuten online begleitet. Diese stehen oft auch für dringenden Rat und Hilfe zur Verfügung.

Das Projekt „WARD-BP“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wurde, hat speziell für Patientinnen und Patienten mit chronischen Rückenschmerzen und depressiven

Beschwerden ein solches Programm entwickelt. Es soll den Betroffenen helfen, mit psychischen Belastungen durch die Erkrankung besser leben zu können. „Rückenschmerzen sind immer noch die Volkskrankheit Nummer eins“, sagt Professor Dr. Harald Baumeister. Er koordinierte die Studie an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und leitet mittlerweile die Abteilung für Klinische Psychologie und Psychotherapie an der Universität Ulm. Über vier Millionen Menschen leiden allein in Deutschland an Rückenschmerzen, und die Tendenz ist steigend. Häufig kann keine klare Ursache der Schmerzen gefunden werden, oder sie bestehen trotz verschiedener Therapien fort. „Wenn die Schmerzen im Rücken chronisch werden, stellt dies für viele Betroffene eine deutliche Beeinträchtigung dar, die nicht selten ihre Lebensfreude und Zuversicht mindert. Die Gefahr für Depressionen ist dann groß“, erläutert Baumeister.

Ein digitales Angebot, das die besonderen Nöte von psychisch belasteten Patientinnen und Patienten mit chronischen Rückenschmerzen aufgreift, existierte vor dem Projekt noch nicht. Viele Patientinnen und Patienten erhielten zudem keine professionelle psychotherapeutische Hilfe – oder befanden sich in einer Lage, in der sie diese nicht aktiv in Anspruch nehmen konnten oder wollten. Denn neben einer möglichen körperlichen Einschränkung durch die Schmerzen ist es gerade Zeichen einer Depression, dass Betroffene sich eher zurückziehen und neue Kontakte meiden. Deshalb ist der therapeutische Bedarf für eine leicht annehmbare, aber gleichsam geprüfte und professionelle Hilfe sehr hoch.

Gemeinsam mit seinen Kollegen Professor Dr. David D. Ebert und Professor Dr. Matthias Berking von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg haben Baumeister und sein Team daher das Programm „eSanoBack-Care-D“ entwickelt. Es basiert auf einem etablierten Behandlungsprogramm bei Depressionen, welches die Forschenden in eine webbasierte Form gebracht und weiterentwickelt haben (s. Kasten). Darüber hinaus erfassen sie auch die Kosten dieser Online-Intervention, wie zum Beispiel Ausgaben für

**eSano RückCARE Lektion 2**

**Eine Balance von angenehmen und nützlichen Aktivitäten**

Wir befassen uns zunächst mit der Unterscheidung von angenehmen und nützlichen Aktivitäten. Wichtig ist: Beide - angenehme und nützliche Aktivitäten - sind wichtig für eine gute Stimmung und für das Wohlbefinden.

**Angenehme Aktivitäten**

... sind Aktivitäten, die meistens Freude und Wohlbefinden hervorrufen, wenn Sie ihnen nachgehen.

Beispiele: Fußball schauen, gemütlich einen Kaffee trinken, mit dem Hund spazieren gehen, telefonieren.

**Nützliche Aktivitäten**

... sind Aktivitäten, die Ihnen das Gefühl geben, etwas erreicht zu haben. Sie bereiten also nicht unmittelbar Spaß. Das reine Erledigen kann Ihnen dennoch ein gutes Gefühl geben, da Sie dadurch Ihren Alltag erfolgreicher bewältigen.

Beispiele: Haushalt machen, Reparaturen erledigen, notwendige Anrufe tätigen.

**!** Das Aufschieben von lästigen Pflichten kann Schuldgefühle und negative Gedanken verstärken. Wenn Sie jedoch viel Zeit in Pflichten - also nützlichen Aktivitäten - investieren, ist es wichtig, dass Sie sich durch angenehme Aktivitäten einen Ausgleich schaffen.



Einführung in ein neues Thema des Online-Programms (eSanoBack-Care-D-Screenshot)

**eSano RückCARE Lektion 2**

**Meine Übung im Alltag**

In der vergangenen Woche haben Sie Ihre Stimmung täglich in einem persönlichen Stimmungstagebuch festgehalten. Dies hilft dabei, ein Gespür dafür zu entwickeln, welche Situationen Ihre Stimmung anheben und welche sie eher drücken.

**Rückblick: Mein Stimmungstagebuch**

Wie war Ihre Stimmung in der vergangenen Woche, und welche Situationen haben Ihre Stimmung stark beeinflusst?

Übertragen Sie Ihre Dokumentation der vergangenen Woche nun in dieses Dokument, damit Sie Ihr persönliches Feedback erhalten können. Mit "Hinzufügen" können Sie mehrere Felder hinzufügen.

Wochentag	gute Situation	Stimmung (gut)	schlechte Situation	Stimmung (schlecht)	Stimmung (allgemein)

+ Hinzufügen

Beispiel einer „Hausaufgabe“ für die Teilnehmenden des Online-Programms „eSanoBack-Care-D“ (Screenshot)

Server und für die Betreuung durch Fachpersonal, und vergleichen diese mit den Kosten, die aus der Standardbehandlung ohne Online-Angebot entstehen.

Das Programm richtet sich an Patientinnen und Patienten, die wegen ihrer fortdauernden Rückenschmerzen einen Aufenthalt in einer orthopädischen Rehaklinik verbracht haben und Zeichen einer milden bis moderaten depressiven Störung zeigten. Es gelang den Forschungsteams, deutschlandweit in 82 Rehabilitationskliniken eine große Stichprobe zu rekrutieren, die repräsentativ für die Routineversorgung in Deutschland ist. „Unsere Untersuchung ist darüber hinaus auch weltweit etwas Besonderes, weil es bislang noch keine Studie gibt, die diese Frage überhaupt und mit ähnlich hohen methodischen Qualitätsansprüchen untersucht hat“, erklärt Berking.

### Internettherapie – passend für jede Patientin und jeden Patienten?

Eine wichtige Begleitfrage der Forschenden ist, ob die Betroffenen überhaupt ein webbasiertes Behandlungsverfahren akzeptieren. Menschen mit chronischen Rückenschmerzen und Depressionen sind durchschnittlich etwa 50 Jahre alt. Für viele in dieser Altersgruppe ist das Internet oder das Smartphone längst nicht so geläufig wie für junge Menschen.

„Die Patientinnen und Patienten haben unsere digitale Therapie angenommen und durchgeführt. Wir können daher sagen, dass eine webbasierte Behandlung ein vielversprechender, neuartiger Baustein für therapeutische Prozesse in der Regelversorgung ist“, sagt Baumeister. Ob das Programm tatsächlich auch wirksam ist, um Depressionen zu behandeln, wird

sich ebenfalls bald zeigen. „Wir sind kurz davor unsere Ergebnisse zu veröffentlichen. Soviel sei an dieser Stelle schon verraten: Sicherlich bedarf es auch weiterhin eines genauen Blicks, welche Form von Unterstützung zu welchem Zeitpunkt der Behandlung und für welchen Patienten nützlich und sinnvoll ist, um eine optimale Unterstützung bieten zu können.“

### Das Programm „eSanoBack-Care-D“



Das im Projekt entwickelte Online-Angebot „eSanoBack-Care-D“ integriert Ansätze der kognitiven Verhaltenstherapie, Methoden der körperlichen Aktivierung sowie Techniken zur aktiven Problemlösung. Neben allgemeinen Inhalten zur Behandlung von Depressionen sind spezifische Elemente für Patientinnen und Patienten mit chronischen Rückenschmerzen enthalten. Das Programm besteht aus sechs Modulen mit einer Dauer von jeweils 45 bis 60 Minuten, die im Abstand von einer Woche online bearbeitet werden:

- 1 Informationen zur Entstehung von Depressionen und der Zusammenhang zu Rückenschmerzen
- 2 Körperlich aktiv werden – Wohlbefinden, Motivation und körperliche Betätigung
- 3 Problemlösestrategien: Problem- vs. Lösungsorientiert
- 4 Unterbrechen von Gedankenspiralen und Achtsamkeit im Leben
- 5 Stimmung und Bewegung
- 6 Zukunftspläne

Im Projekt „WARD-BP“ wurden noch drei weitere, optionale Module ergänzt, die spezifische Probleme von Patientinnen und Patienten mit chronischen Rückenschmerzen adressieren. Hierbei handelt es sich um die Themen „Besserer Schlaf“, „Auswirkungen auf Sexualität und Partnerschaft“ sowie „Rückkehr zum Arbeitsplatz“.

Jede Sitzung endet mit „Hausaufgaben“, die die Teilnehmenden im Laufe der nächsten Woche ausführen sollen, um die neuen Verhaltensstrategien einzuüben. Das Programm enthält zudem maßgeschneiderte Bausteine für bestimmte Berufsgruppen, zum Beispiel betroffene Lehrerinnen und Lehrer, oder für Menschen, die an einer weiteren häufig auftretenden Begleiterkrankung leiden, wie beispielsweise Diabetes.

## Computational Life Sciences – Innovative Software-Tools für die Lebenswissenschaften

Die experimentellen Methoden in der biomedizinischen Forschung haben in den vergangenen Jahren enorme Fortschritte erzielt. Zugleich wächst die Menge an elektronisch verfügbaren Daten in der Patientenversorgung und der klinischen Forschung rasant. Um all diese stark heterogenen Datensätze

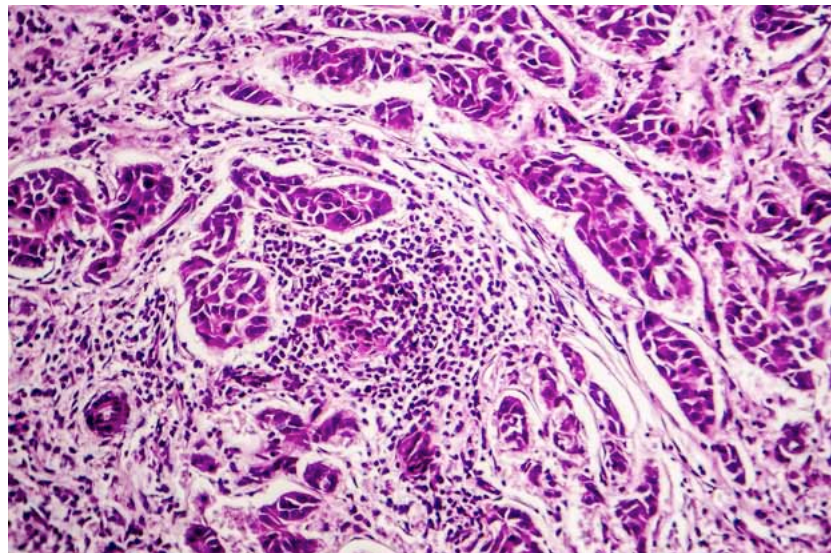
analysieren und interpretieren zu können, sind intelligente Algorithmen und Workflows nötig. Mit der Förderinitiative „Computational Life Sciences“ treibt das Bundesministerium für Bildung und Forschung die Entwicklung innovativer Analysewerkzeuge für die lebenswissenschaftliche Forschung voran. Einer der Schwerpunkte ist die Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz in der Biomedizin. Bis 2024 stellt das BMBF rund 28 Millionen Euro für diese Fördermaßnahme zur Verfügung.

## Künstliche Intelligenz bringt Ordnung ins molekulare Chaos

**In jedem Tumor stecken Informationen, die für die Wahl der richtigen Therapie entscheidend sind. Bisher ist es jedoch schwierig, an sie heranzukommen. Ein neues KI-Tool soll das Problem lösen und der Krebsforschung damit zehn Jahre Zeit sparen.**

„Tumor-Matsche“, so nennen die Forscherinnen und Forscher das Material, das ihnen so wichtige Informationen liefert. „Matsche“ ist in diesem Sinne nicht negativ gemeint, sondern steht bildlich dafür, dass diese Informationen in einer bislang schwer überschaubaren Masse vermischt sind. Der Bioinformatiker Professor Dr. Rainer Spang von der Universität Regensburg und sein Forschungsteam haben das Ziel, diese Informationen mithilfe von Künstlicher Intelligenz zu sortieren und auszuwerten. Wenn ihnen dies gelingt, würde das für die Krebsforschung einen enormen Zeitgewinn bedeuten. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt sie dabei im Rahmen der Fördermaßnahme „CompLS – Computational Life Sciences“.

Seit 20 Jahren messen Krebsforscherinnen und -forscher, welche Gene im jeweiligen Tumor in welcher Intensität aktiv sind. Dies hilft dabei, die richtige Therapieentscheidung zu treffen. Da jeder Tumor einzigartig ist, spricht er auch nur auf bestimmte Medikamente an. Um an die Moleküle der Zellen im Tumor zu gelangen, müssen diese aufgebrochen werden. Dadurch entsteht ein Molekül-Gemisch, das die Regensburger Forscher „Tumor-Matsche“



Tumorgewebe besteht aus unterschiedlichen Zellen. Um an die molekularen Informationen einzelner Tumorzellen zu gelangen, wird das Gewebe aufgebrochen. Künstliche Intelligenz soll Forschende dabei unterstützen, Informationen aus dem resultierenden Molekülgemisch zu sortieren, auszuwerten und die gewonnenen Daten den jeweiligen Zellen zuzuordnen.

genannt haben. „Da die Tumore jedoch nicht nur aus Tumorzellen bestehen, werden diese beim Aufschließen mit Teilen von Bindegewebs- und Immunzellen

vermischt“, erklärt Spang. „Das macht es schwierig, die gewonnenen molekularen Informationen den richtigen Zellen zuzuordnen.“

### **KI-Tool soll Therapie-Vorhersagen deutlich verbessern**

Wenn ein Gewebe etwa die Information enthält, dass Gene für Zellteilung hochreguliert sind, stellt sich die Frage, woher dieses Signal kommt. Stammt es aus den Tumorzellen, so wächst der Tumor. Kommt das Signal aber aus den Immunzellen, so bekämpft das Immunsystem den Tumor. Für die behandelnden Ärztinnen und Ärzte ist dies ein gewaltiger Unterschied: Je nach Szenario müssten sie völlig andere Therapiewege gehen. Hier setzt das Forschungsteam um Spang an. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickeln ein KI-Tool, das die Messdaten den jeweiligen Zellen zuordnet und damit die Therapie-Vorhersagen deutlich verbessern könnte.

Seit kurzer Zeit gibt es zwar auch Verfahren, die Messungen für einzelne Tumorzellen möglich machen. Hier fehlen jedoch die Erfahrungswerte. „Von den so untersuchten Fällen weiß man noch nicht, wie sich die Krankheiten entwickeln werden“, sagt Spang. Das bedeutet, aus einzelnen Messdaten kann noch keine Therapieempfehlung abgeleitet werden. Zur Analyse der „Tumor-Matsche“ werden dagegen seit Jahrzehnten Vergleichswerte gesammelt, die Rückschlüsse für bestimmte Patientengruppen zulassen. „Man braucht Tausende von Patientinnen und Patienten, um verlässliche Zahlen zu bekommen“, erklärt Spang. „Und man muss abwarten, wie sich die Krankheit im Laufe der Zeit entwickelt.“ Bis die Einzelzell-Datensätze so weit sind, werden noch bis zu 15 Jahre vergehen, schätzt Spang.

### **„Mindestens zehn Jahre Zeit gewinnen“**

Deshalb wollen die Regensburger Bioinformatiker es mit ihrem Tool schaffen, Informationen zu einzelnen Zellen aus den Messdaten der „Tumor-Matsche“ zu erhalten. Denn die entscheidenden Signale sind auch im unsortierten Gewebe enthalten, sie sind lediglich überdeckt. Sie aus dem molekularen Chaos herauszufiltern, ist die Aufgabe der KI. „Wenn wir das schaffen, dann können wir zum Wohle der Patientinnen und Patienten mindestens zehn Jahre Zeit gewinnen, bis die neuen Methoden soweit sind.“

Die neuen aufgeschlüsselten Daten der Regensburger Forscherinnen und Forscher könnten darüber hinaus Anknüpfungspunkte für neue Therapien und Medikamente liefern. Als Beispiel nennt Spang die personalisierten Immuntherapien, die im Kampf gegen Krebs immer häufiger zum Einsatz kommen. In der Praxis könnte das so aussehen: Das KI-Tool hat festgestellt, dass bestimmte Immunzellen den Tumor zwar erkannt haben, aber nicht angreifen. Ursache hierfür ist eine Blockade. Die Ärztin oder der Arzt könnte dann eine Immuntherapie verordnen. Diese würde die Blockade auflösen und die Immunabwehr erfolgreich in Gang setzen.

---

#### **Ansprechpartner:**

Prof. Dr. Rainer Spang  
Universität Regensburg  
Am BioPark 9  
93053 Regensburg

E-Mail: [rainer.spang@klinik.uni-regensburg.de](mailto:rainer.spang@klinik.uni-regensburg.de)

---

## Computational Neuroscience – wie Computer helfen, das Denken zu verstehen

Mit dem Ansatz der Computational Neuroscience wird erforscht, wie das Nervensystem Informationen verarbeitet. Das reicht von den Sinneseindrücken beim Sehen und Hören bis hin zum Lernen, Erinnern und schließlich dem Treffen von Entscheidungen.

Dafür entwickeln Forschende auf der Basis experimentell gewonnener Daten mathematische Modelle,

mit denen sie neuronale Funktionen am Computer simulieren. Die Vorhersagen der Modelle zum neuronalen Verhalten überprüfen sie wiederum experimentell. Dieses Wechselspiel optimiert die virtuellen Modelle und bringt die Forschenden dem Verständnis der Hirnfunktionen so Schritt für Schritt näher.

Das BMBF etablierte durch eine Reihe aufeinander abgestimmter und einander ergänzender Förderinitiativen das Nationale Bernstein Netzwerk Computational Neuroscience (NNCN). Das Gesamtfördervolumen beträgt im Zeitraum von 2004 bis 2020 rund 190 Millionen Euro.

## Lebensqualität, die ins Ohr geht

**Ausgeklügelte Algorithmen erleichtern den Alltag mit Cochlea-Implantaten. Sie ermöglichen stark schwerhörigen und sogar tauben Menschen, räumlich zu hören. Das macht Gespräche in großen Menschenmengen einfacher und hilft auch im Straßenverkehr.**

Schätzungen zufolge werden in Deutschland jedes Jahr etwa 5.000 Cochlea-Implantate (CI) eingesetzt. Derartige Implantate sind nicht auf die Umwandlung von Schall durch das Innenohr angewiesen. Sie wandeln von Mikrofonen aufgefangene Geräusche in elektrische Impulse um, mit denen sie den Hörnerv direkt stimulieren. Einem interdisziplinären Forschungsteam der Technischen Universität München ist es gelungen, die CI so weiterzuentwickeln, dass sie räumliches Hören verbessern können. Gefördert wurde es dabei vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

### Schallsignale räumlich wahrnehmen

Räumliches Hören oder auch Richtungshören befähigt uns, die Quelle eines Tonsignals zu orten. Denn je nach Ursprung erreichen Geräusche unser rechtes und linkes Ohr leicht zeitversetzt und in minimal unterschiedlicher Intensität. „Wir konnten zeigen, dass Menschen mit Cochlea-Implantaten diese minimalen Unterschiede in einer lauten Umgebung kaum nutzen können. Um dieses Problem zu beheben, haben wir einen neuen Algorithmus entwickelt“, erklärt Bernhard Seeber, Professor für Audio-Signalverarbeitung an der Technischen Universität München (TUM). Der neuartige Algorithmus verarbeitet das akustische Signal so, dass – wie beim Hören mit zwei normalen

Ohren – eine minimale zeitliche Verzögerung in die Signale der Implantate an beiden Ohren kodiert wird. Diese kann vom Gehirn verarbeitet werden und verbessert das Richtungshören in halligen Räumen und im Störschall.

Bei seinen Untersuchungen arbeitet Seeber eng mit dem Team von Professor Werner Hemmert zusammen, seinem Kollegen an der ebenfalls an der TUM angesiedelten Munich School of BioEngineering. Mithilfe von Algorithmen wollen die Teams um die beiden Wissenschaftler die Weiterleitung der Signale der noch im Innenohr verbliebenen Nervenfasern durch die Implantate verbessern. Dafür müssen sie wissen, wie ein Ton normalerweise in den ersten neuronalen Schaltstellen des Gehörs weiterverarbeitet wird. „Ausgeklügelte Algorithmen helfen uns insbesondere bei der Analyse, welche Information in CIs derzeit noch unzureichend kodiert wird und wie wir das verbessern können“, erläutert Hemmert.

### Algorithmen orientieren sich am Muster der Natur

Um die zugrundeliegenden biophysikalischen Mechanismen möglichst genau zu verstehen, haben die Forschenden Modelle entwickelt, die den biologischen Neuronen in unserem Gehirn sehr ähnlich sind. Beispielsweise simulieren sie die natürliche

Reizentstehung durch die Ionenkanäle der Zellmembranen. „Wir weiten unsere Modellierung zudem auf die nächsthöheren neuronalen Ebenen aus“, erläutert Hemmert. „So haben wir beispielsweise ein Modell entwickelt, wie im Stammhirn die Zeitunterschiede zwischen linkem und rechtem Ohr ausgewertet werden.“ Ein solcher neuronaler Schaltkreis spielt eine Schlüsselrolle bei der Lokalisation von Schallquellen – vor allem in Räumen, in denen sich viele Menschen aufhalten. Auch im Verkehr macht genau das für stark hörgeschädigte Menschen den entscheidenden Unterschied: Sie können sich mithilfe dieser Implantate deutlich besser orientieren und Gefahrenquellen wie zum Beispiel ein herannahendes Auto lokalisieren.

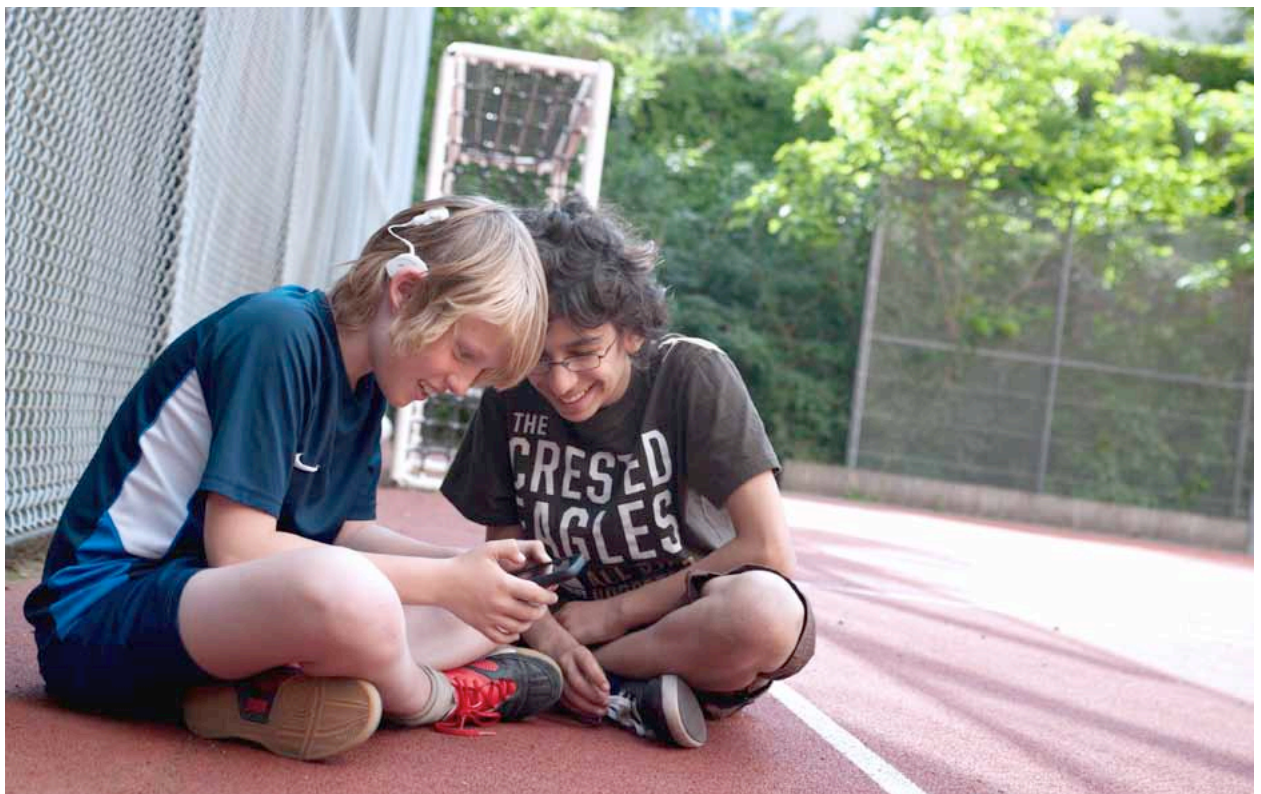
Dafür haben die Forscherinnen und Forscher die Geometrie ihrer Modelle immer weiter verfeinert. „Inzwischen benutzen wir mikrocomputertomografische Scans des menschlichen Innenohrs mit einer extrem hohen Auflösung von etwa einem hundertstel Millimeter. Damit können wir zum Beispiel die Stromausbreitung im Innenohr bei CI-Trägern sehr genau nachvollziehen“, erklärt Hemmert. Die Forschenden berechnen die Erregungsmuster der Hörnervenfaser im Innenohr, die wesentlich anders – und viel

### Bernstein Netzwerk



Das Bernstein Netzwerk ist nach dem deutschen Physiologen und Biophysiker Julius Bernstein (1839–1917) benannt, dessen „Membrantheorie“ (1902) eine erste biophysikalische Erklärung dafür lieferte, wie Nervenzellen Informationen durch elektrische Ströme weiterleiten und verarbeiten. Das Netzwerk geht auf eine Förderinitiative des BMBF zurück und wurde 2004 mit dem Ziel gegründet, Kapazitäten im Bereich der Computational Neuroscience weiterzuentwickeln und den Transfer von theoretischen Erkenntnissen hin zu klinischen und technischen Anwendungen voranzubringen. Die Computational Neuroscience verbindet neurowissenschaftliche Experimente mit theoretischen Modellen und Computersimulationen.

unregelmäßiger – aussehen als bislang gedacht. Das hilft ihnen, die Höreindrücke von Menschen mit Cochlea-Implantaten besser zu verstehen und neu zu



Dank ausgeklügelter Algorithmen können Geräusche – wie von der Natur vorgesehen – mit minimaler Zeitverzögerung in die Cochlea-Implantate kodiert werden. Bei der Lokalisation eines akustischen Signals macht das den entscheidenden Unterschied.

interpretieren. Sie untersuchen auch, wie sich bei CI-Trägerinnen und -Trägern die Signalverarbeitung bei unterschiedlicher Signalintensität verändert. Darauf aufbauend arbeiten die Forscherteams an der Entwicklung von Kodierungsstrategien für Cochlea-Implantate, die die Sprachverständlichkeit weiter verbessern.

Ihre Modellrechnungen kombinieren die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit psychophysikalischen Untersuchungen. „Dabei generieren wir genau definierte elektrische

Stimulationsmuster und fragen CI-Trägerinnen und -Träger nach ihren Eindrücken. Etwa ob sie ein Signal hören oder nicht, wie laut sie es hören und in welcher Qualität, oder ab welchen Änderungen sie Signale unterscheiden können“, sagt Hemmert.

### Ganz neue Hörspektiven

Für Menschen, denen ein herkömmliches Hörgerät nicht weiterhilft, ist das eine gute Nachricht. Bis zu zehn Prozent der insgesamt rund 15 Millionen hörgeschädigten Deutschen könnten von einer CI-Versorgung stark profitieren. Die jüngsten Patientinnen und Patienten sind oft nur wenige Monate alt, die ältesten



Über ein Forschungsinterface können dem Patienten nahezu beliebige elektrische Pulsfolgen für die Erprobung neuer Stimulationsalgorithmen in Hörversuchen dargeboten werden.

über 90 Jahre. Unabhängig vom Lebensalter eröffnen sich allen Betroffenen neue Perspektiven durch CIs: Hochgradig hörgeschädigte und sogar völlig gehörlose Kinder könnten eine Regelschule besuchen, alte Menschen, die sich aufgrund ihrer Schwerhörigkeit immer weniger an Gesprächen beteiligen und in ihre eigene Welt zurückziehen, könnten wieder aktiv am Leben teilhaben.

### Das Cochlea-Implantat



Eine Innenohrprothese, in der Fachwelt Cochlea-Implantat genannt, kommt bei Menschen zum Einsatz, deren Innenohr nicht mehr funktioniert. Das Prinzip: Ein Mikrofon fängt Geräusche auf, die ein Sprachwandler dann in elektrische Signale umsetzt. Diese Signale werden auf das Implantat übertragen, das hinter dem Ohr unter der Haut am Schädelknochen fixiert ist. Von hier laufen feine Elektroden ins Innenohr. Sie stimulieren dort direkt den Hörnerv.

#### Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Seeber  
Professur für Audio-Signalverarbeitung  
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
Technische Universität München  
Theresienstraße 90  
80333 München  
E-Mail: [aip@ei.tum.de](mailto:aip@ei.tum.de)

Prof. Dr.-Ing. Werner Hemmert  
Professur für Bioanaloge Informationsverarbeitung  
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
Munich School of BioEngineering  
Munich School of Robotics and Machine Intelligence  
Technische Universität München  
Boltzmannstraße 11  
85748 Garching  
E-Mail: [werner.hemmert@tum.de](mailto:werner.hemmert@tum.de)

# Selbstlernende Orthesen für mehr Lebensqualität

**Orthesen für die Beine sind oft unflexibel und schränken die Bewegungsfreiheit des Trägers stark ein. Mithilfe von Maschinellern und moderner Robotik soll sich das zukünftig ändern.**

Orthesen umschließen das Körperteil, das sie stützen sollen, mit Bändern und Gurten. So tragen sie dazu bei, Beschwerden zu lindern und Heilungsprozesse zu unterstützen. Nach einer Sportverletzung wird beispielsweise das Sprunggelenk fixiert, bis der Bänderriss ausgeheilt ist. Orthesen können auch die Funktion von Gelenken unterstützen. Diese medizinischen Hilfsmittel werden häufig nach einer Verletzung oder einer Operation eingesetzt, aber auch bei Lähmungserscheinungen etwa infolge eines Schlaganfalls. Viele dieser Patientinnen und Patienten sind über einen längeren Zeitraum hinweg auf die Orthese angewiesen. Aufgrund ihres unflexiblen Aufbaus und Verhaltens ist es allerdings oft sehr anstrengend und umständlich, sich mit ihnen fortzubewegen, sodass viele Erkrankte auf ihren Gebrauch verzichten.

Ein erster Schritt hin zu mehr Komfort sind moderne Orthesen mit beweglichen Kniegelenken. Belastet der Träger dieser Orthese das entsprechende Bein, so versteift das künstliche Gelenk und stabilisiert somit den Schritt. Wird es hingegen entlastet, so löst sich auch das Gelenk und das Bein kann nach vorne bewegt werden. Aber auch dieses System erreicht schnell seine Grenzen, denn es berücksichtigt nicht, dass sich beispielsweise die Beschaffenheit des Bodens oder die Steigung des Weges verändern. Der Einsatz dieser Orthese ist zudem nur einem kleineren Kreis der Betroffenen vorbehalten, da für die Anwendung eine bestimmte Restaktivität in den Muskeln sowie eine gewisse Beweglichkeit des Hüftgelenks Voraussetzung sind.

Um die Qualität der Orthesen zu verbessern, entwickelten Forschende des „Bernstein Fokus: Neurotechnologie“ neuronale Netzwerke, die Signale von Sensoren in der Orthese verwenden. Sie können die Messdaten, die durch die Sensoren gewonnen werden, direkt auswerten und ermöglichen somit eine Anpassung der Orthese auf Terrain oder Bewegungsmuster in Echtzeit. „Um eine gute Anpassung zu gewährleisten, mussten wir zunächst die einzelnen Sensoren und Widerstände der Orthese modular gestalten. Sie bauen jetzt aufeinander auf und sind trotzdem voneinander unabhängig. So kann sich



Orthesen, die sich an veränderte Bedingungen wie zum Beispiel Steigungen, unebene Untergründe oder schwankende Tagesform anpassen können – daran arbeitet das Team um Professor Florentin Wörgötter.

jedes Modul den jeweiligen Bedingungen anpassen, ohne dass andere Module dadurch eingeschränkt werden“, erläutert Professor Florentin Wörgötter. „Damit können sich die Orthesen nicht nur den unterschiedlichen Voraussetzungen der Patientinnen und Patienten anpassen, sondern beispielsweise auch auf ihren Erschöpfungszustand reagieren.“ Der Physiker von der Universität Göttingen leitete das entsprechende Teilprojekt.

Die Sensoren analysieren mithilfe der neuronalen Netzwerke fortlaufend den Gang des Trägers. Dafür messen sie beispielsweise die Schrittlänge und -frequenz sowie die Gehgeschwindigkeit, aber auch die Kräfte, die auf die Gelenke einwirken. Anhand dieser Messdaten lässt sich sowohl auf den Aktivitätszustand des Trägers als auch auf die Beschaffenheit seines Umfeldes rückschließen. Darauf kann die Orthese reagieren, beispielsweise indem sie die Schrittweite anpasst oder das Gelenk stärker dämpft. Des Weiteren ist dieses System so gebaut, dass es an jeden Patienten individuell angepasst werden kann. Mit einem einfachen Touchpad kann er – gemeinsam mit seinem behandelnden Arzt – selber einstellen, wie die Orthese reagieren soll. Auch das ist ein Vorteil des neuen Systems: Jedes System ist individuell und reagiert aktiv auf Träger und Terrain.



Prototyp einer Orthese

---

**Ansprechpartner:**

Prof. Florentin Wörgötter  
Georg-August-Universität Göttingen  
Bernstein Center for Computational Neuroscience  
Department for Computational Neuroscience  
III Physikalisches Institut – Biophysik  
Friedrich-Hund Platz 1  
37077 Göttingen  
E-Mail: [worgott@gwdg.de](mailto:worgott@gwdg.de)

---

## Systemmedizin – neue Chancen in Forschung, Diagnose und Therapie



Ob ein Mensch erkrankt oder nicht, hängt von vielen unterschiedlichen Faktoren ab.

Aufgabe der Systemmedizin ist es, das komplexe Zusammenspiel dieser Faktoren umfassend und mithilfe von computergestützten Analysen zu entschlüsseln. Dafür arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Lebenswissenschaften

und der klinischen Forschung, der Informatik und der Mathematik eng zusammen. Ihre Erkenntnisse bereiten den Weg für frühere Diagnosen, präzisere Therapien und eine wirkungsvollere Vorbeugung.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt die Arbeit der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unter anderem durch das Forschungs- und Förderkonzept „e:Med – Maßnahmen zur Etablierung der Systemmedizin“. Seit Ende 2012 stellt das Forschungsministerium dafür – zunächst für acht Jahre – 200 Millionen Euro bereit.

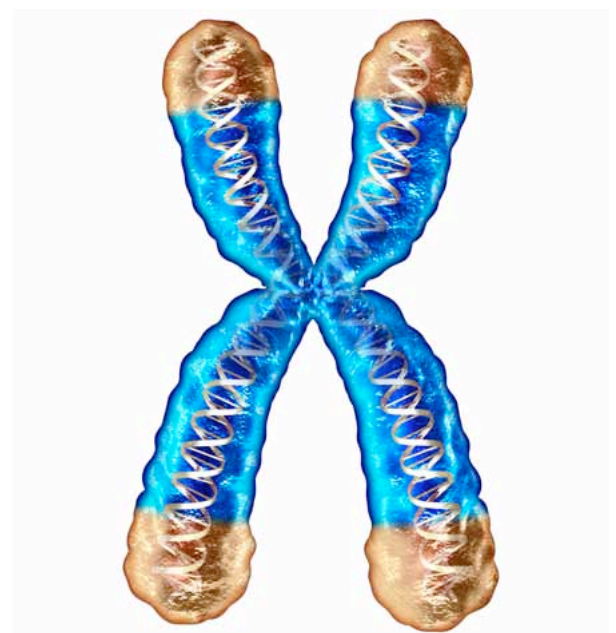
## Neuroblastome: Neue Erkenntnisse ermöglichen präzisere Therapie

**Das Neuroblastom gehört zu den häufigsten Krebsformen im Kindesalter. Die Behandlung wurde bislang dadurch erschwert, dass sich der Krankheitsverlauf nicht optimal vorhersehen ließ. Dank digitaler Analysemethoden ist das nun möglich.**

Zellen haben einen eigenen Mechanismus, um ihr Alter zu messen: Ein kleiner Bereich des Erbguts, die Telomere, wird mit jeder Zellteilung kürzer. Unterschreiten die Telomere nach zahlreichen Teilungen eine bestimmte Größe, stirbt die Zelle oder stellt zumindest ihr Wachstum ein. Nur bei wenigen Zellformen ist dieser Mechanismus außer Kraft gesetzt, bei Stammzellen oder bestimmten Zellen des Immunsystems etwa. Diese Zellen sind dadurch nahezu unsterblich. Viele Krebszellen stabilisieren ihre Telomere ebenfalls und können sich deshalb uneingeschränkt weiter teilen.

Neuroblastome sind Tumore des peripheren Nervensystems. Die bösartige Krebserkrankung, die vor allem im frühen Kindesalter auftritt, verläuft sehr unterschiedlich. Während sich die Tumore bei einigen Kindern auch ohne eine Behandlung komplett zurückbilden, können andere Erkrankte trotz einer intensiven Chemotherapie nicht geheilt werden. Um die Behandlung individuell anzupassen, ist es daher enorm wichtig, möglichst genaue Vorhersagen zum Verlauf der Erkrankung zu treffen. Dafür untersuchten Forschende aus Köln, Heidelberg und Berlin im Rahmen der Forschungskonsortien SMOOSE („Systemische Analyse von Modulatoren der onkogenen Signalübertragung“) und SYSMed-NB („Systemmedizin

zum Neuroblastom“) das Erbgut von mehr als 400 Kindern, die an Neuroblastomen erkrankt waren. Um einen Vergleich von derart großen Datenmengen möglich zu machen, entwickelten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dafür zunächst eine eigene Computer- und Dateninfrastruktur.



Bei der Zellteilung wird das Erbgut in Form von Chromosomen dicht gepackt. Die Telomere (braun) bilden die Enden der Chromosomen.



Etwa jeder zehnte bösartige Tumor im Kindesalter ist ein Neuroblastom.

Ihre Analysen ergaben, dass bei knapp 20 Prozent der betroffenen Kinder Veränderungen in Ras- und p53-Genen vorlagen. Veränderungen in diesen Genen wurden bereits für zahlreiche andere Krebserkrankungen beschrieben. Sie spielen bei der Krebsentstehung eine zentrale Rolle. Die Untersuchungen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ergaben, dass bei Neuroblastomen insbesondere Kinder mit schweren Krankheitsverläufen diese Genveränderungen aufwiesen. Doch es gab auch Ausnahmen: Auch bei einigen der Kinder, deren Tumore von selbst wieder verschwanden, lagen diese Genveränderungen vor. „Um diesen scheinbaren Widerspruch zu verstehen, haben wir die Ergebnisse unserer genetischen Analysen mit Informationen über die Telomerstabilisierung kombiniert“, erläutert Professor Matthias Fischer, Leiter der Experimentellen Pädiatrischen Onkologie an der Uniklinik Köln. Dieser Ansatz brachte den Durchbruch. Die Forschenden konnten nachweisen, dass die Stabilisierung der Telomere für den weiteren Krankheitsverlauf dieser Kinder entscheidend ist. Verkürzt sich die Telomere auch weiterhin mit jeder Zellteilung, so brauchten die Kinder trotz Vorliegen der beschriebenen Genveränderungen keine oder nur eine milde Chemotherapie, um geheilt zu werden. „Dank dieser Erkenntnis können wir den Krank-

heitsverlauf wesentlich besser vorhersagen und die Therapie besser anpassen. Einigen Kindern können wir zukünftig eine hochdosierte Chemotherapie ersparen und sie somit vor den damit einhergehenden schweren Nebenwirkungen bewahren“, führt Fischer aus.

Die Ergebnisse sind aber auch für die Forschung weiterhin von großem Interesse: Der Mechanismus, über den Krebszellen ihre Telomere stabilisieren, könnte als Ansatzstelle für neue Therapieoptionen dienen. Ließe sich dieser Mechanismus beispielsweise durch Arzneistoffe gezielt ausschalten, so könnten davon auch Kinder mit bislang schwer zu behandelnden Krankheitsverläufen profitieren.

---

**Ansprechpartner:**

Prof. Matthias Fischer  
 Universitätsklinik Köln  
 Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin  
 Kerpener Straße 62  
 50937 Köln  
 Tel.: 0221 478-6854  
 E-Mail: [matthias.fischer@uk-koeln.de](mailto:matthias.fischer@uk-koeln.de)

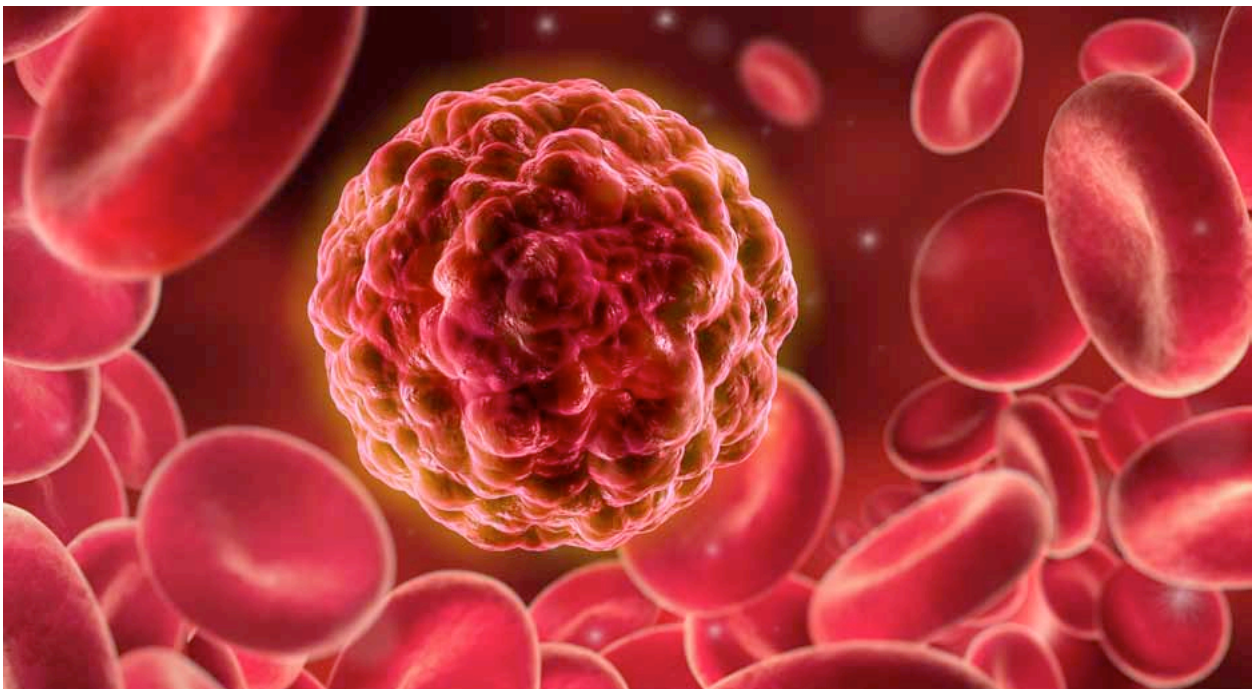
---

## Höhere Überlebenschancen nach Stammzelltransplantation

**Allein in Deutschland erhalten jedes Jahr rund 3.000 Menschen eine Transplantation fremder Stammzellen. Nach dem Eingriff kann es jedoch zu schweren Komplikationen kommen. Neue Computermodelle könnten die Überlebenschancen deutlich erhöhen.**

Eine Stammzellspende ist für viele Patientinnen und Patienten mit Blutkrebs oder Lymphdrüsenkrebs die Hoffnung auf ein zweites Leben. Nach einer erfolglosen Strahlen- oder Chemotherapie gibt es für sie oftmals keine andere Chance auf Heilung. Doch Stammzelltransplantationen bergen hohe Risiken für Komplikationen und Rückfälle. Zur Einschätzung der individuellen Risiken müssen sich Ärztinnen und Ärzte bislang überwiegend auf Erfahrungswerte stützen. Ein Forschungsteam unter der Federführung des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik entwickelt ein computergestütztes Frühwarnsystem, das die Risikoeinschätzung schneller und besser machen soll. Das Bundesforschungsministerium unterstützt das Projekt „XplOit“ im Rahmen der Fördermaßnahme „i:DSem – Integrative Datensemantik in der Systemmedizin“. „Unser Ziel ist es, die Überlebensrate der Patientinnen und Patienten zu erhöhen und Komplikationen früher zu erkennen“, sagt Informatiker Stephan Kiefer.

Damit die Stammzelltransplantation gelingt, muss zuvor das kranke Immunsystem der Patientinnen und Patienten zerstört werden. Aggressive Strahlen- oder Chemotherapien töten hierfür die blutbildenden Zellen der Patienten ab, die vom Krebs befallen sind. Erst durch eine Transplantation fremder Blutstammzellen kann der Körper anschließend wieder neues Blut bilden. Dabei wird jedoch auch das Immunsystem der Spenderin oder des Spenders übertragen, was zu schweren Komplikationen führen kann. „Das neue Immunsystem hat ein anderes Leben hinter sich als das eigene. So können etwa Virusinfektionen, die der Körper vorher erfolgreich in Schach gehalten hat, plötzlich wieder ausbrechen“, erklärt Kiefer. Die größte Gefahr besteht jedoch darin, dass das neue Immunsystem den Körper der Patientinnen und Patienten angreift. Wenn die Medizinerinnen und Mediziner nicht rechtzeitig eingreifen, kann es zu lebensgefährlichen Folgen kommen.



Künstliche Intelligenz unterstützt den Kampf gegen Blutkrebs: Das Forschungsteam um Stephan Kiefer entwickelt ein computergestütztes Frühwarnsystem, das anzeigt, ob nach einer Stammzelltransplantation mit Komplikationen zu rechnen ist.

## Semantische Technologien – Grundlage für die computergestützte Datenverarbeitung



Klinik und Forschung produzieren immer mehr Wissen – doch nur einen kleinen Teil davon können Ärztinnen und Ärzte sowie Forschende für eine computergestützte Weiterverarbeitung nutzen. Dies betrifft nicht nur die Daten aus klinischen oder experimentellen Messungen, sondern auch die Informationen aus Fachpublikationen oder klinischen Berichten. Damit werden die ursprünglichen Vorteile der Informationszuwächse für die Systemmedizin aufgehoben. Ein Lösungsweg aus dieser Situation liegt darin, die Daten künftig so aufzubereiten, dass die Dateninhalte wesentlich stärker als bisher computergestützt und dadurch effektiver ausgewertet werden können. Hierfür sind sogenannte semantische Technologien notwendig, deren Entwicklung im Zentrum der Fördermaßnahme „i:DSem – Integrative Datensemantik in der Systemmedizin“ steht. Bis 2021 wird das BMBF dafür mehr als 20 Millionen Euro bereitstellen.

### Frühwarnsystem für Komplikationen

Hier setzt das Projekt an. Das Forschungsteam entwickelt mithilfe von Künstlicher Intelligenz ein Frühwarnsystem, das anzeigt, ob mit Komplikationen zu rechnen ist. Bilden die neuen Zellen kein Blut? Kommt der Krebs zurück? Greift das fremde Immunsystem den Körper an? Eine Art Ampelsystem soll zukünftig hierfür individuelle Vorhersagen liefern. So könnten die Ärztinnen und Ärzte bei drohenden Komplikationen früher eingreifen und gegensteuern. In der Praxis könnte das so aussehen: Die Vorhersage-Instrumente sind mit der digitalen Patientenakte gekoppelt, in der alle wichtigen Daten des Betroffenen und dessen Krankheitsverlauf engmaschig erfasst werden. „Solange das Ampelsystem auf ‚Grün‘ steht, weiß der behandelnde Arzt, dass der Patient stabil ist“, erklärt Kiefer. „Bei verdächtigen Ergebnissen dagegen würde das Ampelsystem sofort auf ‚Gelb‘ oder ‚Rot‘ springen.“

Um die Computermodelle zu trainieren, haben die Forscherinnen und Forscher sie mit einer großen Datenmenge gefüttert. Hierfür mussten sie zunächst die Gesundheitsdaten von mehr als 1.500 Patientin-

nen und Patienten sammeln und vereinheitlichen. Dabei konnten sie auf die Daten der beteiligten Transplantationszentren des Universitätsklinikums Essen und des Universitätsklinikums des Saarlandes zugreifen. „Das war eine Mammut-Aufgabe, denn selbst diese beiden Krankenhäuser haben verschiedene IT-Systeme“, sagt Kiefer. „Neben klassischen Labordaten nutzen wir auch klinische Parameter wie Diagnosen und Medikamentenverordnungen in unseren Modellen. Dafür verwenden wir vielfältige Datenquellen wie Tabellen oder sogar ganze Arztbriefe.“ Zur Auswertung und Entwicklung der Modelle wurden die Daten der Patientinnen und Patienten pseudonymisiert.

### „Hoffnung auf ein digital vernetztes Gesundheitssystem“

Bevor das Frühwarnsystem in Kliniken eingesetzt wird, muss es noch den Praxistest bestehen. Im nächsten Schritt wollen die Forscherinnen und Forscher daher zeigen, ob ihre Computermodelle dem Vergleich mit den Entscheidungen der Mediziner standhalten. „Es muss auf jeden Fall ein Mehrwert für den Patienten bestehen“, sagt Kiefer. „Unsere Vorhersage-Instrumente sollen letztendlich bessere Prognosen, auch über einen längeren Zeitraum hinweg, liefern.“ Für einen flächendeckenden Einsatz müsste das Tool jedoch nach jetzigem Stand an jedes einzelne Krankenhaus-IT-System individuell angepasst werden. „Wir hoffen daher auf die zunehmende digitale Vernetzung des Gesundheitssystems, wie sie zum Beispiel in der Medizininformatik-Initiative des Bundesforschungsministeriums vorangetrieben wird.“

---

#### Ansprechpartner:

Dipl.-Informatiker Stephan Kiefer  
Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik  
IBMT  
Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1  
66280 Sulzbach/Saar  
E-Mail: [stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de](mailto:stephan.kiefer@ibmt.fraunhofer.de)

---

## „Die Natur können Computer nicht entzaubern“

**Der Siegeszug der KI verlangt nach immer mehr Datenspezialisten. Olaf Wolkenhauer ist einer von ihnen. Im Interview erklärt er, was ein Data Scientist alles können muss und wo der Computer in der biomedizinischen Forschung an seine Grenzen stößt.**

*Was steckt hinter den aktuellen Erfolgen der Künstlichen Intelligenz (KI) in der Medizin?*

**Prof. Wolkenhauer:** Es gab in den letzten drei Jahren spektakuläre Entwicklungen in der Analyse von Bildern mit Hilfe von KI. Im Klinikalltag und im Labor werden häufig Bilddaten generiert, von Röntgenbildern über MRT- bis hin zu Mikroskopie-Aufnahmen. Das ist die Grundlage für den Durchbruch der KI in der Medizin. Inzwischen ist die Bildanalyse so gut geworden, dass eine Vielzahl von klinischen Anwendungen denkbar ist.

*Computer haben sogar gelernt, Tumorzellen zu erkennen. Sieht die Maschine inzwischen sogar besser als das menschliche Auge?*

Wenn es schnell gehen muss und eine sehr große Menge von Beispielen vorliegt, dann ist der Computer dem Menschen immer überlegen. Das heißt aber nicht, dass Ärztinnen und Ärzte künftig ersetzbar wären. In der Medizin spielt der Kontext der Patientinnen und Patienten eine entscheidende Rolle. Ihr Erscheinungsbild, ihre Lebensumstände, ihre Krankheitsgeschichte – all das muss berücksichtigt werden, um die richtige therapeutische Entscheidung zu treffen. Deswegen kann der Computer in den meisten Fällen nur der Assistent sein. Zudem muss eine große Menge an Daten vorhanden sein, damit die Algorithmen erfolgreich lernen können. Das ist in vielen Bereichen der Medizin im Moment leider noch zu selten der Fall.

*Woran liegt das?*

Gerade in Deutschland sind viele Krankenhaussysteme noch nicht kompatibel und die Gesetzeslage zum Austausch von Daten ist sehr kompliziert. Zudem sind die Patientinnen und Patienten bei der Weitergabe ihrer Daten vorsichtig. Grundsätzlich sind diese Sorgen auch berechtigt, wenn kommerzielle Interessen ins Spiel kommen. Ich finde es aber paradox, dass wir Menschen bereit sind, völlig unkritisch private Daten in sozialen Netzwerken preiszugeben. Aber wenn wir ins Krankenhaus gehen, haben wir Angst, dass



Die Menge an Bilddaten in der Medizin wächst rasant. Um diese für KI nutzbar zu machen, bedarf es gut vernetzter Datenexperten.

die Daten missbraucht werden. Diese Sorgen müssen wir den Leuten nehmen. In der medizinischen Forschung brauchen wir diese Daten, um Fortschritte zu

### de.NBI – ein Netzwerk für Big Data



Das Deutsche Netzwerk für Bioinformatik-Infrastruktur (de.NBI) unterstützt die lebenswissenschaftliche Forschungs-Community beim Umgang mit großen Datenmengen. Im Mittelpunkt der Fördermaßnahme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung stehen spezielle Leistungszentren, die über spezifisches Know-how und Ressourcen in der Bioinformatik verfügen. Zudem bieten sie einen umfassenden bioinformatischen Service für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Trainings zur effektiven Datennutzung an. Das Netzwerk besteht aus acht Leistungszentren mit mehr als 40 Forschungsgruppen, zu denen rund 150 Bioinformatikerinnen und -informatiker zählen. Seit August 2016 gehört Deutschland zudem zur europäischen Infrastrukturinitiative ELIXIR. Das de.NBI-Netzwerk bietet als deutscher Knotenpunkt seine Aktivitäten seither auch auf europäischer Ebene an. Das BMBF fördert de.NBI bis 2021 mit mehr als 70 Millionen Euro.

erzielen, die letztlich den Patientinnen und Patienten zugutekommen.

*Welche Rolle spielen Forschende wie Sie, die sich als Data Scientist bezeichnen?*

Wenn ein Computer dahintersteckt, vermittelt das oft den Eindruck einer einfachen Lösung. Hinter jeder vermeintlich „smarten“ Lösung stecken aber komplizierte Verarbeitungsschritte. Die Daten sind extrem vielfältig und aufgrund dieser Vielfältigkeit ist das Berufsbild des Data Scientist entstanden. Dieser muss sich mit einer Vielzahl von Methoden auskennen, um die Daten analysieren und interpretieren zu können. Das heißt, es gibt nicht den einen Algorithmus, der richtig ist. Sondern es ist eine ganze Reihe von unterschiedlichen Algorithmen für die Datenanalyse nötig, die in einer cleveren Art und Weise kombiniert werden müssen. Und das ist das Handwerk des Data Scientists. Das ist anspruchsvoll und erfordert auch den ständigen Austausch mit Kolleginnen und Kollegen.

*Dabei unterstützt Sie auch de.NBI – das Deutsche Netzwerk für Bioinformatik-Infrastruktur.*

Für uns wird es immer wichtiger, über die Grenzen der eigenen Arbeitsgruppe hinweg zusammenzuarbeiten. Beim de.NBI-Netzwerk stehen wir im engen Austausch mit Data Scientists in ganz Deutschland. Zudem entwickeln wir dort Workflows für die Datenanalyse und stellen diese dann wiederum anderen Forschern zur Verfügung.

*Wie nutzen Sie selbst die KI für Ihre Forschung?*

Wir wollen mithilfe von KI-Methoden vor allem die Diagnostik verbessern. In einem aktuellen Projekt geht es um die Analyse der Zellen im Blut. Deren Form gibt oft Aufschluss über bestimmte Krankheitsbilder, etwa über Leukämie. In der Blutprobe einer Patientin oder eines Patienten befinden sich sehr viele, sehr kleine Zellen, von denen man inzwischen Aufnahmen machen kann. Bei der Analyse der Zellformen unterstützen uns Methoden des Maschinellen Lernens. So könnte Leukämie künftig über einen einfachen Bluttest schneller und präziser erkannt werden. Aber wir wenden die Algorithmen nicht mehr nur auf Bilddaten an, sondern auch auf Sequenzierungsdaten. Diese ergeben sich zum Beispiel bei der Sequenzierung der DNA oder des Mikrobioms einer Patientin oder



Professor Olaf Wolkenhauer von der Universität Rostock arbeitet als Data Scientist.

eines Patienten im Darm. Beides kann ebenfalls Aufschluss über bestimmte Krankheiten geben.

*Wo sehen Sie die Grenzen von KI – gerade in Bezug auf Lebenswissenschaften und Medizin?*

Im Moment gibt es bei der KI noch ein wesentliches Problem: Die Vorhersagen funktionieren zwar gut, sind aber oft nicht nachvollziehbar. Die KI hat noch kein theoretisches Fundament. Aber das war bei Flugzeugen genauso. Die wurden erst gebaut und konnten fliegen. Und hinterher kam dann die Theorie der Aerodynamik dazu, hat all das erklärt und dabei geholfen, die Flugzeuge zu optimieren. Und so wird das vermutlich auch bei der KI passieren. Bezogen auf die Patientinnen und Patienten bedeutet das: Die Vorhersagen sind zumeist sehr gut. Die KI kann etwa feststellen, ob eine bestimmte Krankheit vorliegt oder ob eine Therapie funktionieren wird. Um jedoch zu verstehen, warum eine Krankheit entsteht, sind andere Forschungsansätze wie die Systembiologie notwendig. Ich glaube, die Natur ist so wunderbar komplex, dass Computer es so schnell nicht schaffen werden, all das zu entzaubern. Diese Komplexität setzt der KI ihre Grenzen.

*Vielen Dank für das Gespräch!*

---

**Ansprechpartner:**

Prof. Dr. Olaf Wolkenhauer  
Universität Rostock  
Lehrstuhl für Systembiologie und Bioinformatik  
Ulmenstraße 69  
18057 Rostock  
E-Mail: [olaf.wolkenhauer@uni-rostock.de](mailto:olaf.wolkenhauer@uni-rostock.de)

---

## ELSA – mehr als eine ethische Frage

**Die Gesundheitsforschung berührt häufig besonders sensible Lebensbereiche. Aufgabe der ELSA-Forschung ist es, mögliche ethische, rechtliche und soziale Fragen im Zusammenhang mit neuen Therapien und der Nutzung innovativer Technologien von Anfang an mitzudenken.**

Von digital vorliegenden Röntgen- und MRT-Bildern über die Telemedizin bis hin zur elektronischen Patientenakte: Die Digitalisierung und die Technologien, die sich auf selbstlernende Algorithmen stützen, haben einen nachhaltigen Wandel in der Gesundheitsforschung und -versorgung eingeläutet. Nicht nur die Art und Weise, wie Forschung und Wissenschaft betrieben werden, sondern auch Diagnose, Behandlung und Pflege von Patientinnen und Patienten werden sich dank innovativer Technologien deutlich wandeln.

### Technisch machbar, aber auch gesellschaftlich gewünscht?

Immer leistungsfähigere Analysewerkzeuge werden die rasant wachsende Menge an elektronischen Daten aus der biomedizinischen Forschung und der medizinischen Versorgung immer besser erschließen können. Der Einsatz Künstlicher Intelligenz wird beides weiter beflügeln, doch fordert die Verwendung von Big Data auch unser gesellschaftliches Werteverständnis heraus. Wie zum Beispiel werden gesundheitsrelevante persönliche Daten geschützt? Wie kann ein verantwortungsvoller Umgang mit ihnen sichergestellt werden? Und wird denn alles, was technisch machbar ist, gesellschaftlich auch gewünscht und mitgetragen?

Fragen wie diese greift die ELSA-Forschung auf, die sich mit den ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekten („Ethical Legal and Social Aspects“) der modernen Lebenswissenschaften auseinandersetzt. Ein besonderes Kennzeichen der ELSA-Forschung ist dabei die enge Zusammenarbeit

### ELSA-Forschung



Zunächst als Bestandteil der Forschung zur Entschlüsselung des menschlichen Genoms gestartet, hat sich die ELSA-Forschung zu einem eigenständigen Förderschwerpunkt entwickelt, den das BMBF mit jährlich rund 4,5 Millionen Euro unterstützt. Diese Mittel kommen einzelnen Forschungsprojekten, aber beispielsweise auch der Nachwuchsförderung zugute.

zwischen den Geistes- und Sozialwissenschaften und den Lebenswissenschaften unter Einbindung und im Dialog mit der Öffentlichkeit. Mit einer im November 2018 veröffentlichten Förderrichtlinie nimmt das BMBF die Themen Digitalisierung, Big Data und Künstliche Intelligenz in der Gesundheitsforschung und -versorgung besonders in den Blick. Ziel der Forschungsprojekte soll es sein, wissenschaftlich-technologisch fundierte Analysen und Bewertungen zu erarbeiten und Handlungsoptionen für die betroffenen Akteure aus Politik, Wissenschaft und Gesellschaft aufzuzeigen.



Von Philosophie bis Lebenswissenschaften: ELSA fördert den interdisziplinären Dialog.

# „Die Digitalisierung wird unser Bild vom Arzt enorm verändern“

Im Interview spricht Professor Steffen Augsberg über die weitreichenden Auswirkungen von Künstlicher Intelligenz (KI) und Digitalisierung in der Gesundheitsversorgung.

*Ist eine Gesundheitsversorgung ohne Digitalisierung und Künstliche Intelligenz zukünftig noch denkbar?*

**Prof. Augsberg:** Denkbar ist das natürlich, wir sind ja auch Jahrtausende ohne Penicillin ausgekommen. Wir müssen uns nur überlegen, welche Konsequenzen das haben wird. Sinnvoll ist der Verzicht mit Sicherheit nicht. Es gibt vielmehr einen normativ begründeten Druck, diese Möglichkeiten zu nutzen, für eine bessere Versorgung der Patientinnen und Patienten – aber auch für eine effektivere und kostengünstigere.

*Wie wird die Digitalisierung die Medizin verändern?*

Sie wird zunächst einmal die Kommunikation verändern. Wir gewinnen an Schnelligkeit, denn eine E-Mail geht beispielsweise schneller als ein Brief. Die veränderte Kommunikation wird aber auch zu Problemen führen, ein Beispiel hierfür ist der berühmte Dr. Google. Die Patienten kommen mit einem „gesunden Halbwissen“, worüber sich die Mediziner beschweren. Denn sie müssen einige dieser Informationen erst einmal wieder aus den Köpfen vertreiben.

Die Digitalisierung wird aber auch die Betrachtungs- und Handlungsweise der entsprechenden Gesundheitsberufe verändern. Medizin wird nicht mehr nur im zwischenmenschlichen Kontakt stattfinden. Durch die Telemedizin wird es möglich, Menschen auch ohne unmittelbaren Arzt-Patienten-Kontakt zu behandeln. Wir können beispielsweise Diabetikerinnen und Diabetiker oder Herzinsuffiziente dauerhaft aus der Ferne medizinisch betreuen.

*Die Telemedizin macht demnach die Versorgung nicht nur effizienter, sondern auch besser?*

Ja, ganz genau. In manchen Ländern können Erkrankte sogar nur über Telemedizin erreicht werden. Ich erinnere mich an ein Projekt zur psychiatrischen Hilfe in Afghanistan. Hier wurde mit Patientinnen und Patienten, die posttraumatische Erlebnisse hatten, über einen Bildschirm gesprochen. Diese Menschen

## Zur Person



Steffen Augsberg ist Professor für Öffentliches Recht an der Justus-Liebig-Universität in Gießen. Seit April 2016 ist er zudem Mitglied des Deutschen Ethikrates. Für diesen wirkte er maßgeblich an der Stellungnahme „Big Data und Gesundheit – Datensouveränität als informationelle Freiheitsgestaltung“ mit. Mehr Informationen dazu finden Sie auf den Seiten des Deutschen Ethikrats: [www.ethikrat.org/themen/forschung-und-technik/big-data](http://www.ethikrat.org/themen/forschung-und-technik/big-data).

hatten keine andere Möglichkeit, psychiatrische/psychologische Unterstützung zu erhalten.

*In der Gesundheitsforschung gilt die Digitalisierung als Schlüsseltechnologie. Welche Chancen sehen Sie in diesem Bereich?*

Die Digitalisierung bietet die Perspektive auf neue Erkenntnis- und Behandlungsverfahren. Das betrifft vor allem die datengestützte Medizin, die die personalisierte Medizin voranbringen wird. Neue Möglichkeiten entstehen aber auch in medizinischen Berufen, die traditionell eher zu den handwerklichen Bereichen gezählt werden, etwa die Chirurgie. Das betrifft etwa die Datennutzung zur besseren OP-Planung bis hin zur Durchführung von Operationen mithilfe von Robotik.

Die Digitalisierung wird auch unser Bild vom Arzt enorm verändern. Überall dort, wo wir es mit bildgebenden Verfahren zu tun haben, beispielsweise in der Histologie oder Radiologie, ist auch für den medizinischen Laien relativ gut verständlich, dass bei einem Vergleich von tausenden – oder hunderttausenden – Aufnahmen eine KI-gestützte Technologie dem Mediziner überlegen ist.

Die KI-gestützte Bildauswertung kann auch mit der Telemedizin verknüpft werden. Möglicherweise kann ich zukünftig ein Foto von einem schwarzen Fleck auf meinem Oberarm machen und dieses entsprechend weiterleiten. Ein Computer analysiert es und gibt mir eine Rückmeldung. Mit dieser Szene sind aber auch psychologische Vorbehalte verbunden: Was mache ich, wenn wirklich ein positiver Befund vorliegt? Erhalte ich dann eine SMS „Ja, das sieht nach einem bösartigen Hautkrebs aus“? Wie können wir diese Menschen auffangen? Das werden wir diskutieren müssen.

*Ist das die Gefahr, die mit den neuen Technologien einhergeht? Der Verlust des direkten Arzt-Patienten-Kontaktes?*

Auf jeden Fall, ja. Gerade unter dem Aspekt des Kostendrucks. Die Zeit, die wir durch den Einsatz von KI in der Medizin sparen, sollte daher in anderen Bereichen genutzt werden, um die zuwendungsorientierte Medizin zu stärken.

*Der Datenschutz ist ein wichtiges Thema. Einerseits müssen Gesundheitsdaten gut geschützt werden. Andererseits brauchen wir möglichst viele Informationen für die Forschung.*

Ich würde dem Aspekt widersprechen, dass wir möglichst viele Daten brauchen. Sondern wir brauchen eine bestimmte Anzahl an Daten. Die Erkenntnisse, die wir mithilfe der Gesundheitsdaten gewinnen können, werden nicht unweigerlich immer größer, je mehr Daten wir haben.

Gerade im Bereich der Künstlichen Intelligenz gilt, dass die Trainingsdaten entscheidend sind. Aber diese müssen qualitativ hochwertig sein und in reduzierter Menge eingesetzt werden. Wir brauchen nur genauso viele Daten, wie für den Lerneffekt notwendig sind. Nichtsdestotrotz werden wir mehr Daten verwenden wollen, als das bislang der Fall ist.



Bereits heute helfen KI-gestützte Technologien Ärztinnen und Ärzten bei Auswertung medizinischer Bilddaten. Computer vergleichen innerhalb kürzester Zeit Hunderttausende von Aufnahmen miteinander, um Auffälligkeiten zu erkennen.

*Und wir werden nicht nur klassische Gesundheitsdaten verwenden. Alle Daten könnten zukünftig relevant werden.*

Genau, das ist eines der ganz zentralen Charakteristika von Big Data. Eine Herausforderung für den Datenschutz wird es sein, dass wir die Daten zukünftig nicht mehr diesem oder jenem Lebensbereich zuordnen können. Wir haben es mit Unmengen an Daten zu tun, die in einem bestimmten Kontext und vielleicht auch zu einem bestimmten Zweck gesammelt wurden. In einem anderen Kontext können diese aber vielleicht zu ganz anderen Erkenntnissen führen. Auch Daten, die zunächst überhaupt keinen Gesundheitsbezug aufweisen, lassen dann auf einmal entsprechende Rückschlüsse zu. Das Facebook-Profil kann beispielsweise dazu genutzt werden, das Depressionsrisiko zu bestimmen. Der Gesundheitsbezug dieser persönlichen Daten entsteht erst, weil wir sie mit anderen Daten kombinieren und vergleichen.

*Was bedeutet das für den Datenschutz?*

Manche der herkömmlichen Schutzmechanismen greifen nicht mehr. Ein klassisches Beispiel ist die Zwecksetzungsvorstellung. Sie setzt voraus, dass wir in dem Moment, in dem wir die Daten erheben, bereits wissen, wozu wir sie nutzen wollen. Das steht im Widerspruch zu der gerade beschriebenen Vorstellung von Big Data. Wir müssen uns klarmachen, dass wir

den Datenschutz anpassen müssen, um die Chancen der Digitalisierung und der KI nutzen zu können. Wenn wir die Zwecksetzungsvorstellung radikal durchführen, werden wir wahrscheinlich keine relevante Big-Data-Anwendung mehr haben.



Moderne Technologien helfen beispielsweise in der Chirurgie, anspruchsvolle Eingriffe genauer zu planen und durchführen.

*Mithilfe von KI werden wir zukünftig bereits lange vorher wissen, mit welcher Wahrscheinlichkeit wir an welcher Krankheit erkranken werden. Wird das unser Verständnis von Gesundheit verändern?*

Das wird in ganz massiver Weise geschehen, das glaube ich auch. Und zwar sowohl auf einer individuellen als auch auf einer kollektiven Ebene.

Auf der individuellen Ebene wird es dabei bleiben, dass es ein Recht auf Nichtwissen gibt. Ich kann mich bereits heute dagegen entscheiden, bestimmte Risikofaktoren zu kennen.

Interessanter finde ich die kollektive Ebene. Die Solidarität der Gesetzlichen Krankenversicherungen (GKV) gerät in Gefahr, wenn wir solche präzisen Aussagen über zu erwartende Krankheiten oder Krankheitsverläufe treffen können. Sie muss meiner Meinung nach aber nicht daran zerbrechen. Bereits heute beruht das GKV-System auf einer Solidarität auch entgegen besserer Erkenntnis, das könnte auch das Modell der Zukunft sein. Schon jetzt ist es Teil der Solidarität in der GKV, dass wir bestimmte Vorerkrankungen und bestimmte Risikofaktoren bewusst nicht wahrnehmen.

*Was bedeutet das für unsere Gesellschaft?*

Wir können uns entscheiden, beispielsweise Erkenntnismöglichkeiten über Risikofaktoren bewusst nicht in unsere Gesellschaft zu integrieren. Das ist für mich ein ganz zentrales ethisches Problem: Wie gehen wir mit solchen Erkenntnissen um? Wer entscheidet darüber, welche Informationen gewonnen werden? Und wer, welche ausgewertet und verwendet werden dürfen? Wir werden uns in der Zukunft damit auseinandersetzen müssen, wie wir nicht nur mit Ungewissheiten, sondern auch mit gesellschaftlich problematischen Gewissheiten umgehen werden.

*KI wird uns zukünftig bei vielen Entscheidungsprozessen unterstützen. Wie können wir sicherstellen, dass es trotzdem wir sind, die diese Entscheidungen treffen?*

Das ist ein weiteres zentrales Problem. Ist KI eigentlich ein Unterstützungs- oder ein Ergänzungsprozess? Ich bin sehr davon überzeugt, dass die Unterstützung notwendig ist, aber nicht der eigentliche Sinn der Künstlichen Intelligenz. Im Grunde genommen wird es doch erst dann spannend, wenn wir sagen: Wir können das nicht mehr nachvollziehen. Wenn KI Dinge kann, die dem menschlichen Erkenntnisvermögen nicht mehr – oder zumindest nicht in der gleichen Geschwindigkeit – möglich sind. KI ist, wenn sie vernünftig eingesetzt wird, vor allem eine Verbesserung der menschlichen Intelligenz. Damit sind Risiken verbunden, aber auch enorme Chancen; wir müssen beides gegeneinander austarieren.

*Vielen Dank für das Gespräch!*

---

#### **Ansprechpartner:**

Prof. Steffen Augsberg  
Justus-Liebig-Universität Gießen  
Professur für Öffentliches Recht  
Hein-Heckroth-Straße 5  
35390 Gießen  
Tel.: 0641 99-21091  
E-Mail: [Steffen.Augsberg@recht.uni-giessen.de](mailto:Steffen.Augsberg@recht.uni-giessen.de)

---

# Glossar

## Algorithmen

sind programmierte Anweisungen, mit deren Hilfe Computer Aufgaben lösen. Navigationsgeräte berechnen mit Algorithmen beispielsweise den kürzesten Weg von A nach B. In der Diagnostik helfen Algorithmen, Röntgen- oder MRT-Bilder zu analysieren und bösartige Veränderungen aufzuspüren.

## Big Data

sind große und komplexe Datenmengen, deren Analyse herkömmliche IT-Methoden überfordert. Als Sammelbegriff umfasst Big Data auch jene technischen Lösungen, die den Anforderungen von Big Data gewachsen sind. Sie können in riesigen Datenmengen unbekannte Zusammenhänge aufspüren und neue Erkenntnisse hervorbringen.

## Data Scientists

sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die sich wissenschaftlich mit großen Datenmengen beschäftigen. Sie wenden ein breites Methodenspektrum an – darunter Verfahren der Künstlichen Intelligenz – um Daten zu analysieren und zu interpretieren.

## Deep Learning

ist eine von der Hirnforschung inspirierte Methode des Maschinellen Lernens. Sie gilt als die am weitesten entwickelte Form der Künstlichen Intelligenz. Deep-Learning-Systeme basieren auf künstlichen neuronalen Netzen. Sie können aus vielen Millionen Neuronen bestehen und ahmen die Mechanismen des natürlichen Lernens nach.

## E-Health (Electronic Health)

bezeichnet die Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) bei der Behandlung und Betreuung von Patientinnen und Patienten. Dabei kommen vielfältige IKT-gestützte Anwendungen zum Einsatz, die Informationen elektronisch verarbeiten, über sichere Datenverbindungen austauschen oder Behandlungs- und Betreuungsprozesse unterstützen, etwa in der Telemedizin.

## Elektronische Patientenakten (ePA)

speichern alle wichtigen Daten einer Patientin oder eines Patienten – von Diagnosen und Therapien bis hin zu Medikamentenunverträglichkeiten und Notfalldaten. Die ePA kann es allen Behandelnden – ob in der Praxis oder in der Klinik – ermöglichen, diese

medizinischen Daten „per Mausklick“ einzusehen. So könnten Ärztinnen und Ärzte Doppeluntersuchungen vermeiden und ihre Patientinnen und Patienten schneller passgenau behandeln.

## Forschungskompatible elektronische Patientenakten

können künftig dazu beitragen, dass Forschung und Patientenversorgung medizinische Informationen gemeinsam nutzen können. Sie stellen Ärztinnen und Ärzten neben den behandlungsrelevanten Patientendaten zusätzlich damit zusammenhängende Forschungsergebnisse zur Verfügung. Gleichzeitig können Forschende die klinischen Versorgungsdaten aus diesen Patientenakten analysieren, um Diagnose- und Therapieverfahren zu verbessern oder neue zu entwickeln. Eine forschungskompatible elektronische Patientenakte setzt voraus, dass die Patientinnen und Patienten der Nutzung ihrer Daten für Forschungszwecke zustimmen.

## Klinische Entscheidungsunterstützungssysteme

sind Softwaresysteme, die medizinische Informationen zusammentragen, analysieren, aufbereiten und präsentieren. Sie unterstützen Ärztinnen und Ärzte dabei, die Krankheitsverläufe von Patientinnen und Patienten einzuschätzen und die jeweils passende Therapie zu wählen.

## Künstliche Intelligenz (KI)

bezeichnet im allgemeinen Sprachgebrauch technische Systeme, deren Leistungen den kognitiven Fähigkeiten eines Menschen ähneln. KI ist demnach, wenn Computer mithilfe programmierter oder erlernter Zusammenhänge Daten analysieren und Aufgaben selbstständig lösen. Eine verbindliche wissenschaftliche Definition von KI gibt es jedoch nicht. Maschinelles Lernen ist eine grundlegende Methode der KI, das Deep Learning wiederum ein Verfahren des Maschinellen Lernens.

## Künstliche neuronale Netze (KNN)

bestehen aus mehreren Schichten miteinander verbundener künstlicher Neuronen. Sie lernen – wie ihre natürlichen Vorbilder –, indem sie jene Verbindungen stärken, die wiederholt zur erfolgreichen Lösung einer Aufgabe beitragen. Je größer die Zahl der Schichten, die Zahl der Neuronen pro Schicht

und der Verbindungen zwischen den Neuronen, desto komplexere Aufgaben kann ein solches Netz lösen. In der Krebsforschung werden KNN beispielsweise mit Gewebebildern und genetischen Daten darauf trainiert, gutartige von bösartigen Tumoren zu unterscheiden.

### **Maschinelles Lernen**

ist eine Methode der Künstlichen Intelligenz: Maschinen und Computer lösen vorgegebene Aufgaben automatisiert und ohne komplett vorgegebene Lösungswege. Mit ausgeklügelten Algorithmen erkennen sie in komplexen Daten versteckte Muster und Gesetzmäßigkeiten. Ihre Ergebnisse und „Erfahrungen“ lassen die lernenden Maschinen in die Analyse neuer Daten einfließen. Maschinelles Lernen wird heute beispielsweise in der Diagnostik eingesetzt, beispielsweise bei der Analyse von Mammografien. Das Deep Learning ist eine Methode des Maschinellen Lernens.

### **Medizininformatik**

ist die Wissenschaft der systematischen Erschließung, Verwaltung, Aufbewahrung, Verarbeitung und Bereitstellung von Daten, Informationen und Wissen in der Medizin und im Gesundheitswesen. Die wissenschaftliche Analyse der vernetzten Daten aus Klinik und Forschung soll helfen, Krankheiten besser zu verstehen, sie gezielter zu behandeln und ihnen wirkungsvoller vorzubeugen. Um das Potenzial der Digitalisierung des Gesundheitswesens zu nutzen, hat die Medizininformatik eine hohe Bedeutung.

### **Telemedizin**

ist ein Sammelbegriff für ärztliche Versorgungskonzepte, bei denen medizinische Leistungen in den Bereichen Diagnostik, Therapie und Rehabilitation sowie bei der ärztlichen Entscheidungsberatung über räumliche Entfernungen hinweg erbracht werden. Telemedizin kann die Gesundheitsversorgung der Menschen insbesondere in ländlichen Regionen verbessern und ist ein wichtiger Bereich von E-Health.

# Impressum

## Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Gesundheitsforschung; Medizintechnik  
11055 Berlin  
[www.bmbf.de](http://www.bmbf.de)  
[www.gesundheitsforschung-bmbf.de](http://www.gesundheitsforschung-bmbf.de)

Dieser Newsletter 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.

## Stand

September 2019

## Text/Autorinnen und Autoren

DLR Projektträger  
Bereich Gesundheit  
Ursula Porwol (Koordination Fachkommunikation)  
Dr. Britta Sommersberg (Redaktionsleitung)  
Heinrich-Konen-Straße 1  
53227 Bonn  
Tel.: 0228 3821-1736  
Fax: 0228 3821-1257  
E-Mail: [Britta.Sommersberg@dlr.de](mailto:Britta.Sommersberg@dlr.de)

## Mitarbeit

Dr. André Diesel, Dr. Bettina Koblenz,  
Susanne Laux, Dr. Petra Lüers  
Projektträger Jülich (Melanie Bergs, Dr. Gesa Terstiege)

## Gestaltung

wbv Media, Bielefeld; Gerald Halstenberg

## Druck

BMBF

## Bildnachweis

Andresr/iStock: Titel; DLR-PT/BMBF: S. 2, 9, 17, 29; auremar/  
Adobe Stock: S. 6; privat: S. 7; alexey\_boldin/Adobe Stock: S. 8;  
shapecharge/iStock: S. 10; Kateryna\_Kon/Adobe Stock: S. 14;  
Bernhard Seeber: S. 18; Ottobock: S. 19, 20; wildpixel/iStock:  
S. 21; FatCamera/iStock: S. 22; peterschreiber.media/Adobe Stock:  
S. 23; Gorodenkoff/Adobe Stock: S. 25; ITMZ Uni Rostock: S. 26;  
Thinkstock/plustwentysseven: S. 27; Deutscher Ethikrat, Fotograf:  
Reiner Zensen: S. 28; santypan/iStock: S. 30

