



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Für ein gesundes Leben

Kommt gut an – Deutschlands Gesundheitsforschung



# Inhaltsverzeichnis

---

Starke Forschung braucht eine starke Basis	2
Forschungsförderung in der Corona-Pandemie	4
„Niemand war vorbereitet“ – Interview mit Özlem Türeci.....	7
Warum Gesundheitsforschung?	8
Forschung an der Schwelle zur personalisierten Krebsmedizin .....	12
Therapie- und Impfstoffforschung halten Keime in Schach .....	18
Gesundheit für Jung und Alt .....	22
Neue Daten, neue Technologien, neue Chancen	24
Genomforschung und Systemmedizin: Das große Ganze im Blick .....	30
Die NAKO Gesundheitsstudie.....	34
Was wirkt wirklich? Und was nicht?	36
Studien fördern, Menschen helfen .....	40
Grenzen überwinden, global vernetzen	42
Glossar	46
Impressum	49

# Starke Forschung braucht eine starke Basis

**Eine leistungsfähige Gesundheitsforschung ist die Grundlage für eine bestmögliche Gesundheitsversorgung der Menschen. Politik muss den strukturellen Rahmen dafür schaffen und die richtigen inhaltlichen Akzente setzen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) ist dabei mit seiner strategischen und langfristigen Forschungsförderung seit vielen Jahren ein verlässlicher Partner – in Deutschland, in Europa und weltweit.**

Das BMBF treibt den Aufbau, die Weiterentwicklung und den Betrieb von Forschungsinstitutionen und Forschungsinfrastrukturen voran und greift zugleich wichtige Forschungsthemen gezielt über die Projektförderung auf. Seine vorausschauende und langfristig angelegte Förderstrategie legt dabei den Grundstein für eine erfolgreiche Translation. Wie wertvoll Deutschlands leistungsfähige und inhaltlich breit aufgestellte Forschungslandschaft ist, hat die COVID-19-Pandemie eindrucksvoll gezeigt. Hier hat sich unser Land auch international große Verdienste erworben – etwa bei der Entwicklung von diagnostischen Tests oder neuen Impfstoffen.

## Politik als Mitgestalterin der Forschungslandschaft

Erfolgreiche Gesundheitsforschung „passiert“ aber nicht von selbst. Kreative und kompetente Expertinnen und Experten sind die Grundvoraussetzung für wissenschaftliche Höchstleistungen. Damit sie ihr Potenzial entfalten können, brauchen sie optimale Rahmenbedingungen. Diese herzustellen, ist Aufgabe der Forschungspolitik.

Die Forschungsförderung in der Gesundheitsforschung ist eine Erfolgsgeschichte.

Wir haben heute schlagkräftige Forschungsnetzwerke, die es mit Großforschungseinrichtungen anderer Länder aufnehmen können.

Und die digitale Vernetzung setzt enorme kooperative Energien frei. Davon profitieren wir in der Pandemie und darüber hinaus.

Prof. Dr. Heyo Kroemer, Vorstandsvorsitzender Charité – Universitätsmedizin Berlin, Past-Präsident Medizinischer Fakultätentag 2012 bis 2019

Dazu gehören insbesondere der Aufbau und die Weiterentwicklung von Infrastrukturen. Außerdem setzt sich das BMBF für eine innovationsfreundliche Ausgestaltung des Rechtsrahmens ein und treibt im Dialog mit

den Forschenden Veränderungsprozesse in der Wissenschaft voran. In den vergangenen 15 Jahren hat das BMBF damit die Gesundheitsforschungslandschaft in Deutschland wegweisend gestaltet.

## Strukturelle Förderung zielt auf Kooperation

Hochdurchsatztechnologien und komplexe Datensätze aus unterschiedlichsten Quellen prägen längst die Gesundheitsforschung des 21. Jahrhunderts. Damit sie an allen Standorten gleichermaßen genutzt werden können, müssen zahlreiche Institutionen und Fachrichtungen kooperieren. Der Aufbau dieser Strukturen ist eine zentrale Komponente der Forschungsförderung. So verpflichtet die Medizininformatik-Initiative des BMBF die teilnehmenden Einrichtungen, gemeinsam Standards für die kooperative Forschung mit patientenbezogenen Daten zu verabreden. Auch bei der translationsorientierten Erforschung von Volkskrankheiten durch die Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung treibt das BMBF gemeinsam mit den Sitzländern der jeweiligen Standorte kooperative Strukturen voran. Die neue Struktur des Berliner Instituts für Gesundheitsforschung in der Charité (BIH) ermöglicht eine besondere Form der Zusammenarbeit in der translationalen Gesundheitsforschung. Durch seine Integration in die Charité – Universitätsmedizin Berlin kann das BIH Translation nun dort vorantreiben, wo die enge Verzahnung von Grundlagenforschung, klinischer Forschung und universitärer Krankenversorgung tagtäglich stattfindet. Diese Kooperation zwischen einer zu 90 Prozent bundesgeförderten Einrichtung der Gesundheitsforschung mit einem Universitätsklinikum ist für die translationale Forschung richtungsweisend. Zukünftig kann sie auch für andere Querschnittsthemen der universitären Forschung Vorbildfunktion haben.

## Neue Forscherinnen und Forscher braucht das Land!

Neben der strukturellen Weiterentwicklung der Gesundheitsforschung ist die Nachwuchsförderung eine Kernaufgabe des BMBF. Denn die Gesundheitsforschung in Deutschland soll für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler so attraktiv bleiben, wie sie

es derzeit ist – oder noch attraktiver werden. Dafür gilt es, den Einstieg ins Forscherleben zu erleichtern, etwa durch Netzwerke, die dem wissenschaftlichen Nachwuchs den Zugang zu Fördermitteln erleichtern.

„ Ich hatte Deutschland verlassen, weil die Möglichkeiten in meinem Fach, der Infektiologie, damals sehr begrenzt waren. Der Grund, warum ich 2013 aus den USA zurückgekommen bin, waren unter anderem die neuen Strukturen, die hier aufgebaut wurden. Sie ermöglichen es mir heute, eine Forschung zu betreiben, die international sichtbar ist.

Prof. Dr. Marylyn Addo, Leiterin der Infektiologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE), Impfstoffforscherin

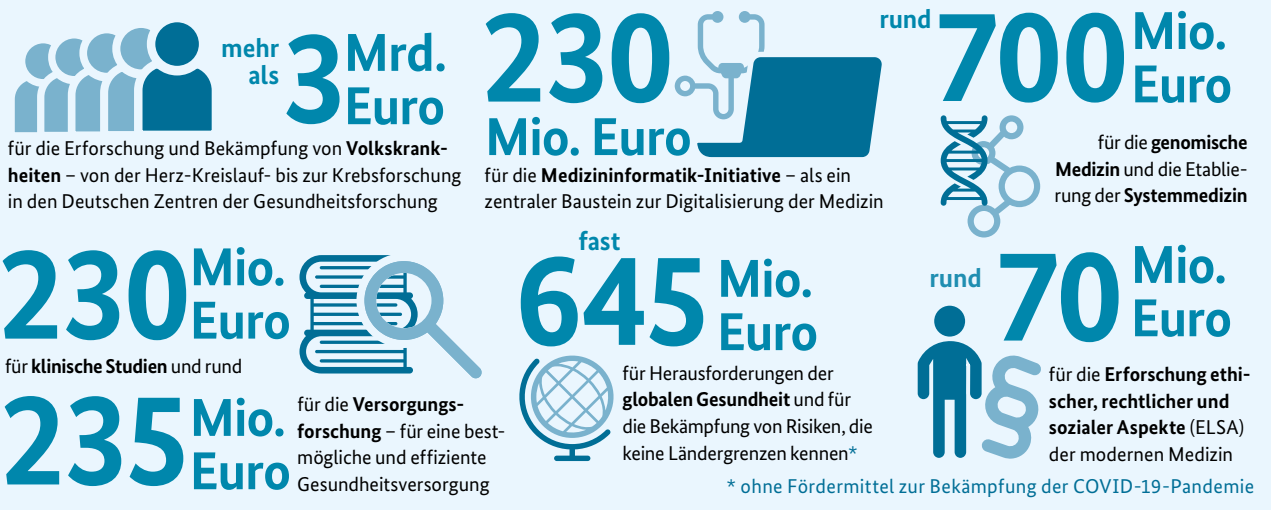
Bei den Karrierewegen von Forscherinnen und Forschern ist die Gleichstellung oft noch nicht erreicht. Das betrifft – wie in anderen gesellschaftlichen Bereichen – Führungspositionen stärker als die „Arbeitsebene“. So ist nur jede sechste Professur der höchsten Besoldungsstufe mit einer Frau besetzt. Das BMBF wird daher seine Nachwuchsförderung, die oft längerfristig angelegt ist und Frauen gezielte Förderoptionen bietet, in den nächsten Jahren weiter ausbauen. Spezielle Programme sollen es forschenden Medizinerinnen und Medizinerinnen darüber hinaus ermöglichen, exzellente Forschungsarbeit künftig besser mit ihrer Tätigkeit als Ärztin oder Arzt in der Klinik zu vereinen.

**Rasch auf Herausforderungen reagieren**

Während die Struktur- und Nachwuchsförderung meist langfristig angelegt sind, ist die Projektförderung ein Instrument für die rasche Reaktion auf Herausforderungen, deren Lösung kurz- oder mittelfristig neue Erkenntnisse erfordert. Dabei werden inhaltliche Förderschwerpunkte oftmals mit einer strukturellen Förderung kombiniert. Das bietet den Forschenden langfristige Perspektiven und stellt die Translation von Ergebnissen in die Gesundheitsversorgung sicher. Ein markantes Beispiel dafür ist die Forschungsförderung des BMBF in der Corona-Pandemie (Kapitel 2).

**Ziele, Strategien und Erfolge der Forschungsförderung und Gesundheitsforschung**

Der Schwerpunkt der vorliegenden Publikation ist ein Überblick über die langfristig angelegte strategische Förderung der Gesundheitsforschung. Sie zeigt, wie die Wissenschaft der Vielfalt der Menschen Rechnung trägt, um Volkskrankheiten gezielter zu bekämpfen und die Personalisierung der Medizin voranzutreiben, etwa in der Krebsforschung (Kapitel 3). Forschende nutzen dabei neue und zunehmend digitale Technologien, die akademische Forschungsinstitutionen und Unternehmen oft gemeinsam entwickeln (Kapitel 4). Die patientenorientierte Forschung untersucht die Wirksamkeit und den Nutzen neuer Konzepte, Wirkstoffe oder Medizinprodukte beim Menschen (Kapitel 5). Nicht erst seit der Corona-Pandemie wissen wir, dass Forschende und Forschungsförderer globale Gesundheitsprobleme, wie zum Beispiel Infektionserkrankungen, nur in weltweiter Kooperation lösen können (Kapitel 6).



Fördermittel des BMBF für ausgewählte Maßnahmen des Gesundheitsforschungsprogramms von 2010 bis 2020 sowie für laufende Maßnahmen bis 2025 (Planzahlen). Die Fördermittel zur Bekämpfung der COVID-19-Pandemie sind auf Seite 6 separat dargestellt.



# *Forschungs- förderung in der Corona-Pandemie*

Wie wichtig eine staatliche Förderung der Gesundheitsforschung sein kann, die langfristig angelegt und in der Lage ist, flexibel und zügig auf aktuelle Herausforderungen zu reagieren, wurde jedem durch die Corona-Pandemie vor Augen geführt. Von heute auf morgen waren diagnostische Tests erforderlich. Die Suche nach Behandlungen musste so schnell wie möglich starten. Und nahezu im Echtzeitbetrieb während des Pandemiemanagements galt es, das neue Virus zu verstehen, seine Ausbreitung abzuschätzen und darauf aufbauend möglichst effektive Eindämmungsmaßnahmen zu konzipieren – auf Bevölkerungsebene und auf Ebene besonders gefährdeter Personengruppen.

Auch in Deutschland wurden die Menschen von der Infektiosität und Ausbreitungsgeschwindigkeit von SARS-CoV-2 überrascht. Das Land war aber nicht völlig unvorbereitet und konnte – auch dank kluger Förderentscheidungen im Bereich Gesundheitsforschung in den vergangenen Jahren – einen maßgeblichen Beitrag zum weltweiten Kampf gegen die Pandemie leisten. Das trifft insbesondere auf die Forschung zu Diagnoseverfahren sowie auf die Impfstoffentwicklung zu. Während der Pandemie-monate wurde dann mit neuen Förderprogrammen auf aktuelle Forschungsbedarfe reagiert. Dabei etablierte Strukturen werden der Gesundheitsforschung über die Pandemie hinaus zugutekommen.

**Auf das Ausmaß der COVID-19-Pandemie war Deutschland genauso wenig vorbereitet wie andere Länder. Als allerdings klar wurde, dass es sich bei der Epidemie in Wuhan, die sich dann auf den ganzen Globus ausbreitete, um einen Ausbruch von SARS-Coronaviren handelte, hatte Deutschland einen Startvorteil. Denn die Coronavirus-Forschung begann hierzulande nicht bei „null“, sondern konnte auf einen breiten Fundus an Wissen, Techniken und Strukturen aufsetzen, der über die Jahre erarbeitet wurde.**

### **Zoonosenforschung als Fundament für das Pandemiemanagement**

Eine wichtige Basis war dabei die Zoonosenforschung. Zoonosen sind Infektionserkrankungen des Menschen, die ihren Ursprung im Tierreich haben. Im Jahr 2006 hat das BMBF mit dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und dem Bundesministerium für Gesundheit eine gemeinsame Forschungsvereinbarung zu Zoonosen abgestimmt. Später schloss sich auch das Bundesministerium der Verteidigung an. In der Folge brachte das BMBF mehrere Förderinitiativen auf den Weg, darunter im Jahr 2007 den Förderschwerpunkt „Zoonotische Infektionserkrankungen“ und im Anschluss die „Nationale Forschungsplattform zu zoonotischen Infektionserkrankungen“ und das „Nationale Forschungsnetz zoonotische Infektionserkrankungen“. Nicht zuletzt als Reaktion auf die erste SARS-Epidemie in den Jahren 2002/2003 waren Coronaviren ein zentrales Forschungsfeld der deutschen Zoonosenforschung. Den Anfang machte der Verbund „Ökologie und Pathogenese von SARS“, für den von 2007 bis 2014 insgesamt 5,6 Millionen Euro zur Verfügung gestellt wurden. An ihn schloss sich der Verbund „RAPID – Risikobewertung bei präpandemischen respiratorischen Infektionserkrankungen“ an, der unter der Leitung von Prof. Dr. Christian Drosten von der Charité Berlin seit 2017 mit rund 2,9 Millionen Euro gefördert wird.

Neben SARS wurde in den vergangenen Jahren unter anderem das MERS-Coronavirus intensiv erforscht. Wie SARS ist auch MERS bei Fledermäusen verbreitet. Anders als SARS nutzt es Kamele als Zwischenwirt, bevor es den Menschen infiziert. Letztlich hat die jahrelange Forschung zu SARS und MERS dazu geführt, dass in Deutschland direkt nach Veröffentlichung der genetischen Sequenz von SARS-CoV-2 im Januar 2020 ein leistungsfähiges Testverfahren zur Diagnose einer Infektion entwickelt wurde. Das wiederum erlaubte es, sehr schnell zu erkennen, dass sich das neue SARS-Virus im Rachen stark vermehrt und damit wesentlich ansteckender ist als sein Vorgänger.

### **Impfstofftechnologie und Testsysteme für die ganze Welt**

Nicht nur bei der Diagnostik, auch bei der Entwicklung von Impfstoffen leistet Deutschland einen wichtigen Beitrag im Kampf gegen die Pandemie. So startete das BMBF ein mit 750 Millionen Euro ausgestattetes Sonderprogramm zur Beschleunigung der Impfstoffforschung und -Entwicklung in Deutschland. Zudem stellte es der internationalen Impfstoff-Initiative Coalition for Epidemic Preparedness Innovations (CEPI) in den Jahren 2020 und 2021 insgesamt zusätzliche 350 Millionen Euro für die Impfstoffentwicklung gegen SARS-CoV-2 zur Verfügung. Bei drei SARS-CoV-2-Impfstoffen war das BMBF im Rahmen von Förderprogrammen engagiert. So wurde die Entwicklung des mRNA-Impfstoffs CVnCoV des Tübinger Biotech-Unternehmens CureVac sowohl über CEPI als auch über das Sonderprogramm gefördert. Und der Impfstoff MVA-SARS-2-S, ein auf einem Impfvirus basierender Vektorimpfstoff, wurde im Rahmen des BMBF-geförderten Deutschen Zentrums für Infektionsforschung (DZIF) zur Studienreife gebracht und anschließend mithilfe der IDT Biologika GmbH, die ebenfalls über das Sonderprogramm gefördert wurde, in die klinische Prüfung überführt (Seite 19).

Die bislang größte Erfolgsgeschichte der SARS-CoV-2-Impfstoffforschung „made in Germany“ ist der Impfstoff BNT162b2, der von dem Mainzer Unternehmen BioNTech entwickelt wurde und gemeinsam mit dem Pharmaunternehmen Pfizer vertrieben wird. BNT162b2 war der erste in der EU zugelassene Impfstoff gegen SARS-CoV-2. Seit Dezember 2020 ist er in vielen Teilen der Welt im Rahmen der COVID-19-Impfprogramme im Einsatz. Das Unternehmen BioNTech wurde vom BMBF unter anderem im Rahmen der Gründungsinitiative Biotechnologie (GO-Bio) und über das Sonderprogramm gefördert.

Aus dem GO-Bio-Förderprogramm sind noch weitere, innovative Unternehmen hervorgegangen, die zur Bekämpfung der COVID-19-Pandemie beitragen. So hat das Freiburger Start-up Spindiag ein innovatives, voll automatisiertes und hochmobiles SARS-CoV-2

Schnelltestsystem entwickelt, das eine sehr kostengünstige Vor-Ort-Diagnostik ermöglicht und auch für andere Infektionserkrankungen einsetzbar sein soll.

### Vielfältige Forschungsförderung im Kontext der Pandemiebekämpfung

Nach Beginn der Pandemie hat das BMBF in rascher Folge weitere Förderprogramme angestoßen, darunter ein mit 45 Millionen Euro ausgestattetes Sofortprogramm zur Entwicklung von Medikamenten und zum besseren Verständnis des Virus. Für die Stärkung der klinischen Entwicklung therapeutischer Ansätze gegen COVID-19 stellt das BMBF ein Jahr nach Beginn der ersten Forschungsarbeiten noch einmal mindestens 50 Millionen Euro zur Verfügung. Darüber hinaus beteiligt sich Deutschland an internationalen Projekten wie der Medikamenten-Studie Solidarity der WHO und der Initiative „Access to COVID-19 Tools Accelerator“ (ACT-A), die sich die Entwicklung, Produktion und weltweit gerechte Verteilung von Impfstoffen, Therapien und Diagnostika zum Ziel gesetzt hat. Das BMBF unterstützt den ACT-A über seine Beiträge an CEPI und mit 60 Millionen Euro an die Diagnostik-Produktentwicklungspartnerschaft FIND. Zusätzlich fördert das BMBF die Entwicklungs-

partnerschaften Drugs for Neglected Diseases initiative (DNDi) und Global Antibiotic Research and Development Partnership (GARDP) mit 20 Millionen Euro.

### Corona-Forschung: Ein Turbo für die Vernetzung der Universitäten

Auf nationaler Ebene hat die Pandemie dazu beigetragen, bereits existierende Programme für die Vernetzungen, der klinischen und translationalen Forschung zu beschleunigen und weiterzuentwickeln. So wurde bereits im April 2020 das Netzwerk Universitätsmedizin (NUM) gegründet und der Aufbau mit einer Förderung von 150 Millionen Euro unterstützt. Es setzt unter anderem auf den Aktivitäten der BMBF-geförderten Medizininformatik-Initiative auf und hat insgesamt 13 vordringliche COVID-19-bezogene Forschungsthemen definiert, zu denen seither bundesweit und vernetzt geforscht wird.

Das NUM hat eine klare Perspektive über die COVID-19-Pandemie hinaus. Anfang Dezember 2020 hat der Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages beschlossen, dass das Netzwerk verstetigt und inhaltlich erweitert werden soll. Dafür werden für die Jahre 2022 bis 2024 insgesamt 240 Millionen Euro zur Verfügung gestellt.

## Wichtige BMBF-Maßnahmen im Bereich Gesundheitsforschung zur Bewältigung der COVID-19-Pandemie

 **50 Mio. Euro**  
für die Erforschung und Entwicklung von **Therapeutika**

**20 Mio. Euro**   
für Innovationen der **Medizintechnik** für Prävention, Infektionsschutz, Diagnostik, Therapie und Nachsorge

**12 Mio. Euro**   
für **Computer-Modellierungen** zur Unterstützung des Pandemiemanagements

**390 Mio. Euro**   
für den Auf- und Ausbau eines bundesweiten **Netzwerks Universitätsmedizin**

**750 Mio. Euro**   
für ein Sonderprogramm zur **Impfstoffentwicklung und -produktion in Deutschland** und

**80 Mio. Euro**  
für **Produktentwicklungspartnerschaften**, die weltweit z.B. neue Medikamente auch für ärmere Länder zu erschwinglichen Kosten produzieren können

**45 Mio. Euro**   
zum besseren **Verständnis des Virus** und für die Entwicklung von **Medikamenten**

**350 Mio. Euro**  
zusätzlich für die **internationale Impfstoffinitiative CEPI**



## „Niemand war vorbereitet“

Seit der COVID-19-Pandemie hat Deutschland mit der Mainzer Firma BioNTech einen neuen Biotech-Superstar. Zusammen mit ihrem Ehemann Ugur Sahin hat die Ärztin Özlem Türeci das Unternehmen gegründet. In einem Gespräch erklärt sie, wie aus Grundlagenforschung Therapien werden, die der Menschheit helfen.

**Vor ziemlich genau einem Jahr erreichten uns die ersten Meldungen über den COVID-19-Ausbruch in China. Wann war Ihnen klar, dass Ihr Unternehmen einen maßgeblichen Beitrag zur Bewältigung dieser Krise leisten kann?**

Das war bereits im Januar 2020. Diese Entscheidung fiel, bevor die Epidemie von der WHO offiziell zu einer Pandemie erklärt wurde. Wir haben uns früh entschlossen, ein Großprojekt zu initiieren, um in sehr kurzer Zeit einen Impfstoff zu entwickeln. Dieses haben wir „Lightspeed“, also Lichtgeschwindigkeit, genannt. Wir sind Immunologen oder besser gesagt Immuningenieure. Die Entwicklung einer präventiven Vakzine gegen ein neues Virus ist eindeutig eine immunologische Aufgabe. Und weil wir zuvor lange Jahre Immuntherapien gegen Krebs entwickelt haben, verstehen wir das Immunsystem in seiner Tiefe. Das waren gute Voraussetzungen, um mit einem innovativen Ansatz zur Lösungsfindung beizutragen.

**Sie haben das Unternehmen BioNTech 2008 mitgegründet. Wie lange hatten Sie sich da schon mit der mRNA-Technologie beschäftigt?**

Wir hatten uns schon mehrere Jahre vor der BioNTech-Gründung mit der Technologie beschäftigt. Damals haben wir erkannt, dass wir die mRNA optimieren müssen, um sie pharmazeutisch als Wirkstoff nutzen zu können. In diese Arbeit haben wir viele Jahre investiert und sie ist einer der Gründe, warum wir unseren COVID-19-Impfstoff so schnell entwickeln konnten. Wir mussten beispielsweise Modifikationen entwickeln, um die mRNA zu stabilisieren und sie vor dem allzu schnellen Abbau in der Zelle zu schützen. Außerdem haben wir die mRNA so verändert, dass die Zelle mehr Protein daraus herstellen kann. Und wir haben Verfahren entwickelt, mit denen wir die mRNA zielgerichtet in die antigen-präsentierenden Zellen einbringen können.

**Wie wichtig war in dieser Phase die Förderung durch das BMBF?**

In dieser frühen Phase, vor der Gründung des Unternehmens, hat uns die GO-BIO Förderung des BMBF sehr



geholfen. Damals ging es konkret um einige der gerade genannten Modifikationen im „Rückgrat“ der mRNA, um sie pharmazeutisch zu optimieren. Ugur Sahin, der diesen Antrag gestellt hatte, setzte ein Hochdurchsatz-Screening auf und erarbeitete mit unserem Team Modifikationen, mit denen man mRNA die jeweils gewünschten Eigenschaften verleihen kann. Das war im Grunde die Start-up-Phase von BioNTech. Diese Vorarbeiten haben dazu beigetragen, dass wir mRNA heute so breit einsetzen – nicht nur in der Krebstherapie und der Infektionsprävention. Präklinisch haben wir auch den Einsatz bei entzündlichen Autoimmunerkrankungen wie Multiple Sklerose erschlossen.

**Was würden Sie jungen Menschen, die sich durch Sie inspiriert fühlen, empfehlen?**

Es gibt mit Sicherheit verschiedene Wege, einen Beitrag dazu zu leisten, dass Wissenschaft ihrem nobelsten Ziel folgen kann, Menschen zu helfen. Das Feld der biomedizinischen Translation ist extrem interdisziplinär. Das sehen wir auch bei uns – wir stellen Mediziner, Biologen, Informatiker, Biostatistiker, Chemiker und viele andere ein. Was, glaube ich, wichtig ist: Wer zu einem Wanderer zwischen den Welten, zwischen Wissenschaft und Anwendung werden will, und darum geht es letztlich, der muss zwei Dinge kombinieren – Mut und Demut. Um definierte Karrierewege zu verlassen, persönliche Risiken einzugehen und an einer wissenschaftlichen Vision festzuhalten, dafür braucht es Mut. Da ist es dann auch gut, dass es Organisationen wie das BMBF gibt, die nicht nur Senior-Autoren, sondern auch junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unterstützen. Mut reicht aber nicht. Es geht auch darum einzusehen, dass eine einzelne Innovation nicht zum Ziel führt. Es müssen Expertisen und Menschen zusammengeführt werden, die gemeinschaftlich, mit unternehmerischem Geist und nachhaltig dafür sorgen, dass Translation gelingt. Dafür braucht es Demut. Mit Ego allein geht das nicht.





# Warum Gesundheitsforschung?

Menschen erkranken seit jeher an Infektionen, an bösartigen Tumoren, an Herz-Kreislauf-Erkrankungen, an neurologischen und psychiatrischen Leiden und an erblich bedingten Stoffwechselstörungen. Was sich ändert, ist die relative Bedeutung der einzelnen Erkrankungen. Jede Generation erlebt „ihre“ gesundheitlichen Herausforderungen, die sie bewältigen muss und die es zu erforschen gilt.

Der demografische Wandel ist eine Kernherausforderung. Er führt zu mehr chronischen Erkrankungen, mehr Krebs und mehr Demenz. Hier gibt es viel Forschungsbedarf, um Menschen ein möglichst gesundes Altern zu ermöglichen. Eine zweite Herausforderung hat uns das Jahr 2020 sehr plastisch vor Augen geführt: Bevölkerungswachstum, Verstädterung und Globalisierung führen dazu, dass Infektionskrankheiten wieder wichtiger werden und dass sich „neue“ Erreger wie SARS-CoV-2 in nie gekannter Geschwindigkeit verbreiten können.

Die Forschungsförderung des BMBF zielt auf inhaltliche und strukturelle Verbesserungen. Durch sie sollen neue Erkenntnisse möglichst rasch den Patientinnen und Patienten zugutekommen – als bessere Diagnostik, als neue Therapien oder auch als innovative Präventionskonzepte. Denn was sich verhindern lässt, muss nicht behandelt werden.

## Vernetzte Forschung für den Kampf gegen Volkskrankheiten

**Was haben Demenz, Diabetes, Bluthochdruck und chronisch-obstruktive Lungenerkrankung gemeinsam? Es sind nicht ansteckende „Volkskrankheiten“, die heute viel mehr Menschen betreffen als noch vor wenigen Jahrzehnten. Entsprechend großen Bedarf gibt es an besseren Versorgungskonzepten und wirksameren Therapien. Gesundheitsforschung zu Volkskrankheiten erfordert modernste Methoden und große Studien. Die Forschungsförderung des BMBF zielt deswegen auch auf die Etablierung kooperativer Strukturen – damit moderne Medizin schneller bei all jenen ankommt, die sie brauchen.**

Erkrankungen der Lunge und des Herz-Kreislauf-Systems, neurologische und psychiatrische Erkrankungen und Stoffwechselstörungen wie der Diabetes dominieren in Industrienationen alle krankheitsbezogenen Statistiken. Das betrifft die Todesursachenstatistik, wo die Herz-Kreislauf-Erkrankungen auf Platz eins, die Atemwegserkrankungen auf Platz drei und die neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen auf Platz vier stehen. Es betrifft aber auch die Krankheitskostenstatistiken: So entfielen 2015 auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen 13,7 Prozent aller Gesundheitskosten. Es folgten neurologische und psychiatrische Erkrankungen mit 13,1 Prozent. Erkrankungen der Atemwege hatten einen Anteil von 4,9 Prozent und Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes von 4,6 Prozent.

### Große Erkrankungen erfordern große Netzwerke

Schätzungen zufolge wird 2050 jeder dritte Mensch in Deutschland 65 Jahre oder älter sein. Ende 2019 war es nicht einmal jeder fünfte. Da viele Volkskrankheiten auch altersabhängige Erkrankungen sind, wird der demografische Wandel dazu führen, dass die Bedeutung dieser Erkrankungen steigt. Deswegen hat das BMBF seit 2009 neue Forschungsstrukturen geschaffen, die speziell die Erforschung der großen Volkskrankheiten stärken, nämlich die Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung (DZG).

Die DZG sind bundesweite Netzwerke von exzellenten universitären und nicht universitären Forschungseinrichtungen, die sich auf bestimmte Erkrankungen oder Erkrankungsgruppen spezialisiert haben. Sie sind eine in dieser Art international einzigartige, dezentral strukturierte Antwort auf die Großforschungszentren, die es in weniger föderalistisch geprägten Ländern wie Frankreich oder deutlich größeren Ländern wie den USA und China gibt. Bisher wurden sechs DZG etabliert, nämlich das Deutsche Zentrum für Diabetesforschung (DZD), das Deutsche Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung (DZHK), das Deutsche Zentrum für Lungenforschung (DZL), das Deutsche Zentrum

für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE), das Deutsche Zentrum für Infektionsforschung (DZIF) und das Deutsche Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK). Derzeit läuft der Aufbauprozess für zwei neue Deutsche Zentren der Gesundheitsforschung in den Bereichen Kinder- und Jugendgesundheit beziehungsweise Psychische Gesundheit.

### Volkskrankheiten in Zahlen



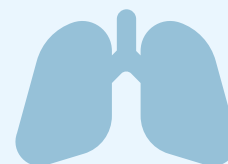
Laut WHO sind **sieben von zehn Todesfällen** weltweit bedingt durch nicht übertragbare Erkrankungen wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Lungenerkrankungen, Krebs oder Diabetes.



Rund **60 Prozent aller vorzeitigen Todesfälle** weltweit gehen auf kardiovaskuläre Erkrankungen zurück. In Deutschland sind 36 Prozent aller Todesfälle Folge dieser Erkrankungen.



Rund **einer von zwölf Menschen in Deutschland** leidet heute an einem Diabetes. 1980 war es noch jeder zwanzigste, und 1960 nicht einmal jeder hundertste. Beim Typ-2-Diabetes gibt es eine klare Altersabhängigkeit: Rund 25 Prozent der 70-Jährigen und über 30 Prozent der 80-Jährigen sind davon betroffen.



Die chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD) betrifft weltweit über 200 Millionen Menschen und in Deutschland leidet etwa **jeder zehnte Erwachsene über 40 Jahren** an einer COPD. Schätzungsweise entstehen dem deutschen Gesundheitswesen dadurch Kosten in Höhe von rund zehn Milliarden Euro – pro Jahr.



#### KÖPFE UND KARRIEREN: NEUE THERAPIEN BEI VORHOFFLIMMERN GESUCHT!



Wie vernetzte, translationale Forschung im Kontext eines DZG konkret Themen voranbringen und auch Forschungskarrieren prägen kann, zeigt **Prof. Dr. Tanja Zeller,**

Leiterin der Forschung Kardiologie am Universitären Herzzentrum des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf (UKE). Sie hat am DZHK-Standort Hamburg das Feld der Genomik und Systembiologie mit dem Fokus auf kardiovaskuläre Erkrankungen etabliert und 2014 eine entsprechende DZHK-Professur übernommen. Zeller hat im Rahmen einer BMBF-Nachwuchsförderung im symAtrial-Projekt des e:Med-Programms genetische Veränderungen identifiziert, die bei Vorhofflimmern relevant sind. Die Hamburger sind dabei unter anderem auf das Stoffwechselprodukt Acylcarnitin gestoßen, das störend auf den Herzrhythmus wirkt. Es könnte einen neuen Ansatzpunkt für die Prävention oder die Behandlung des Vorhofflimmerns bieten – eine Erkrankung, die als Folge des demografischen Wandels immer häufiger wird und für die dringend Versorgungskonzepte gesucht werden.

#### Schnellerer Zugang zu innovativer Versorgung

Die Finanzierung der DZG ist langfristig angelegt und erfolgt bei den bestehenden sechs Zentren zu 90 Prozent durch den Bund. Die restlichen 10 Prozent tragen anteilig jene Bundesländer, in denen die DZG-Standorte liegen. Von 2009 bis 2016 förderten Bund und Länder den Aufbau der DZG mit über einer Milliarde Euro. Aktuell werden jährlich rund 250 Millionen Euro bereitgestellt. Bei dieser Förderung handelt es sich nicht um eine Komplettförderung der Institutionen, sondern um eine Förderung der vernetzten Forschung. Das betrifft zum Beispiel gemeinsam genutzte Biobanken. So wurde am DZL eine deutschlandweite Biobank für Lungenerkrankungen aufgebaut, die viele Millionen Bioproben organisatorisch-technisch zusammenführt, wobei die Proben selbst dezentral an den unterschiedlichen Standorten lagern.

Digitale Plattformen, über die klinische Studien effizient und datenschutzkonform geplant und durchgeführt werden können, sind ein weiteres wichtiges Standbein aller DZG. Patientinnen und Patienten profitieren davon unmittelbar, denn die DZG können so auch größere klinische Studien selbst stemmen. Im Rahmen des DZHK etwa haben seit Gründung über 8.000 Patientinnen und Patienten an 19 klinischen Studien teilgenommen.

Patientinnen und Patienten erhalten in Deutschland sehr früh Zugang zu neuen Therapien, weil die DZG attraktive Partner für internationale Studien sind. In den USA wird mit Respekt und Anerkennung auf die Strukturen geblickt, die hier geschaffen wurden.“

Prof. Dr. Susanne Herold, Medizinische Klinik II, Universitätsklinikum Gießen und Marburg

Die deutsche Forschung zu Volkskrankheiten ist international viel sichtbarer geworden. Ein Fokus aller DZG ist die translationale Forschung: Wissen aus der Grundlagenforschung soll möglichst schnell in der Versorgung ankommen. Wie das konkret aussieht, zeigen beispielhaft zwei Projekte des DZHK. Unter der Leitung von Prof. Dr. Stefanie Dimmeler vom Institut für kardiovaskuläre Regeneration der Universität Frankfurt am Main wurden MicroRNA, also sehr kleine Nukleinsäuren, erforscht. Nach vielen präklinischen Experimenten konnte kürzlich eine klinische Phase-I-Studie erfolgreich abgeschlossen werden. Jetzt soll die MicroRNA-Therapie beim akuten Koronarsyndrom und bei Herzschwäche neue therapeutische Horizonte erschließen.

Ein zweites Beispiel, bei dem es gelungen ist, Grundlagenforschung an die Schwelle klinischer Studien zu bringen, ist das „Herzpflaster“, eine Entwicklung, die von Prof. Dr. Thomas Eschenhagen vom Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf vor über 25 Jahren initiiert wurde und nun in die Praxis überführt werden soll. Es handelt sich um ein auf Basis von Stammzellen entwickeltes Gewebeprodukt aus Herzmuskelzellen. Das Gewebepflaster wird auf geschädigte Bereiche des Herzmuskels aufgenäht, zum Beispiel nach einem Herzinfarkt. Dort führt es zur Bildung von neuem Herzgewebe. Eine erste klinische Studie unter Leitung von Prof. Dr. Wolfram Zimmermann von der Universität Göttingen soll jetzt im Rahmen des DZHK starten.



### Forschungsinfrastruktur im Kampf gegen die Pandemie

Im Zusammenhang mit der COVID-19-Pandemie hat sich gezeigt, dass die für die Volkskrankheiten aufgebauten Netzwerkstrukturen sehr flexibel auf neue Forschungsbedarfe adaptierbar sind. Das betrifft nicht nur die Erforschung der Lunge und der SARS-CoV-2-bedingten Lungenentzündung, sondern auch individuelle Risikokonstellationen bei Diabetes sowie kardiovaskuläre und neuronale Manifestationen beziehungsweise Folgeerkrankungen der SARS-CoV-2-Infektion. Insbesondere das DZL und das DZIF, aber auch DZHK, DZNE und DZD steuerten im Frühjahr 2020 in kürzester Zeit um und liefern jetzt wertvolle Beiträge zur Grundlagenforschung, zur Diagnostik und zur Therapie. So wurde am DZD herausgefunden, dass der lockdown-bedingte Stress nicht in ähnlichem Maße wie die Katastrophe von Tschernobyl oder das Erdbeben von Los Angeles zu einem Anstieg des Typ-1-Diabetes führte. Am DZHK konnte gezeigt werden, dass das SARS-CoV-2-Virus Herzmuskelzellen direkt angreift. Inwieweit das Virus auch zu Langzeitfolgen am Herzen führt, wird jetzt untersucht. Außerdem wurden Projekte zur Telemedizin bei zu Hause isolierten COVID-19-Patientinnen und -Patienten sowie zu unterschiedlichen medikamentösen Therapien initiiert.

### Ausblick

Volkskrankheiten werden auch in den nächsten Jahren einen wichtigen Schwerpunkt der BMBF-Förderung bilden. Dies spiegelt sich nicht zuletzt im 2018 veröffentlichten Rahmenprogramm Gesundheitsforschung der Bundesregierung wider. Der dort noch als Ziel definierte Aufbau weiterer DZG nimmt durch den Aufbauprozess der beiden neuen Zentren konkrete Formen an.

Translationale Forschung bringt Grundlagenwissen an die Patientinnen und Patienten. Beispiel Herz: BMBF-gefördert, wurden Stoffwechselprodukte beschrieben, die neue Therapieansätze bei Vorhofflimmern eröffnen. Und es wurde ein Herzpflaster entwickelt, das den Heilungsprozess nach einem Herzinfarkt künftig verbessern könnte.



KÖPFE UND KARRIEREN:  
„SPANNENDE ZEITEN  
FÜR DIE WISSENSCHAFT“

An der Universitätsmedizin Göttingen leitet

**Dr. Roberto Goya-Maldonado** die Fachgruppe Systemische Neurowissenschaften und Bildgebung in der Psychiatrie. Im

Rahmen einer BMBF-Nachwuchsförderung koordiniert er das PreNeSt-Projekt. Mithilfe von funktioneller Magnetresonanztomografie und moderner Statistik-Software soll die transkraniale Magnetstimulation (TMS) stärker personalisiert werden, um Patientinnen und Patienten mit Depression effektiver behandeln zu können. Mittlerweile haben die Göttinger in ihrem Forschungsprojekt an der Grenze von klinischer Medizin, Big-Data-Forschung und Bildgebung rund 150 Betroffene untersucht und damit einen Datensatz zur Verfügung gestellt, den es weltweit in dieser Qualität sonst nicht gibt. Das eröffnet viele Spielräume, auch für den Einsatz von künstlicher Intelligenz. „Es sind spannende Zeiten für die Wissenschaft und speziell für die translationale Forschung bei einer Volkskrankheit wie der Depression.“



# Forschung an der Schwelle zur personalisierten Krebsmedizin

**Krebs ist immer noch eine der größten Herausforderungen für die Medizin. Der Forschungsbedarf ist riesig. Das liegt zum einen daran, dass die Zahl der Krebserkrankungen steigt, was die Suche nach präventiven Strategien immer dringlicher macht. Gleichzeitig hat sich unser Verständnis von Krebs fundamental verändert. Das Ergebnis sind komplett neue Behandlungskonzepte – mit entsprechend hohem Bedarf an translationaler und klinischer Forschung. Für die Patientinnen und Patienten sind das gute Nachrichten. Denn es gibt berechtigte Hoffnung auf große therapeutische Fortschritte in den nächsten Jahren.**

Die Weltgesundheitsorganisation WHO geht davon aus, dass sich die Zahl der Krebserkrankungen weltweit in den nächsten Jahren verdoppeln wird. Schon heute gehören Krebserkrankungen in den höheren Lebensjahrzehnten zu den häufigsten Erkrankungen überhaupt. Rund 500.000 Menschen erkranken derzeit in Deutschland pro Jahr neu an einer Krebserkrankung – mehr als doppelt so viele wie bei Herzinfarkt oder Schlaganfall. Bis 2030 dürfte diese Zahl auf rund 600.000 ansteigen. Hauptgrund dafür ist das steigende Durchschnittsalter. Es kommen aber noch andere Faktoren dazu, etwa

eine ungesunde Lebens- und Ernährungsweise und sich ändernde Umweltbedingungen, zum Beispiel eine stärkere UV-Belastung und Luftverschmutzung. Auch Infektionen können Krebs verursachen, beispielsweise bestimmte Virusentzündungen der Leber.

## Warum Krebsforschung?

### Bessere Behandlungen gesucht!

Krebs ist eine schwere, immer noch oft tödliche Erkrankung. Mit einem Anteil von 25 Prozent sind Krebserkrankungen die zweithäufigste Todesursache in Deutschland.

### Krebs lässt sich verhindern!

Etwa vier von zehn Krebserkrankungen sind komplett vermeidbar. Nur: Wie genau Präventionskonzepte aussehen müssen, um das auch zu erreichen, ist noch weitgehend unklar.

### Krebs ist teuer!

2015 entfielen sechs Prozent aller Gesundheitsausgaben in Deutschland auf bösartige Tumorerkrankungen, und dieser Anteil steigt.

### Krebs ist individuell!

Bei manchen Tumoren muss intensiv behandelt werden, bei anderen reicht unter Umständen eine Überwachung. Wer wovon am meisten profitiert, muss genau erforscht werden.

## Krebsmedizin im Umbruch

Die klassische Krebstherapie kennt drei Säulen, nämlich die Chirurgie, die Chemotherapie und die Strahlentherapie. Welche dieser Therapiekonzepte jeweils im Vordergrund stehen, hängt von der Art des Tumors und vom Tumorstadium ab. In den vergangenen Jahren hat die Krebsforschung eine ganze Reihe von neuen Therapien hervorgebracht, die das traditionelle Säulenschema erweitern. So sind die molekular gezielten Therapien keine Chemotherapien im traditionellen Sinne, weil sie nicht undifferenziert das Zellwachstum bremsen, sondern ganz gezielt Mechanismen blockieren, die für den jeweiligen Tumor relevant sind. Hinzugekommen sind auch Immuntherapien, die helfen, das eigene Immunsystem gegen den Tumor in Stellung zu bringen. Die vielen neuen Krebstherapien der vergangenen Jahre spiegeln wider, dass sich unser Verständnis von Krebs stark verändert hat. Krebs wird heute nicht mehr so sehr als Organerkrankung gesehen, bei der sich die Zellen eines Organs unkontrolliert vermehren, sondern eher als molekular definierte und sehr individuelle Systemerkrankung. Lungenkrebs ist nicht gleich Lungenkrebs und auch bei ein und derselben Person verändert sich im Laufe der Zeit die Molekularbiologie der Krebserkrankung. Selbst innerhalb eines Tumors sind die Krebszellen unterschiedlich. Und das individuelle Immunsystem nimmt sehr starken Einfluss auf Entstehung und Verlauf einer Krebserkrankung. Insgesamt ist Krebs eine der komplexesten Erkrankungen, die es gibt, und entsprechend herausfordernd gestaltet sich die moderne Krebsforschung. Sie muss in der Lage sein, schnell und zuverlässig die molekularen Eigenschaften eines Tumors zu analysieren. Sie muss immunologische Zusammenhänge aufdecken.



Und sie muss, wenn es in Richtung Diagnose und Therapie geht, unterschiedliche Methoden und Behandlungsansätze nutzen, da einer hochkomplexen Erkrankung nicht mit monodimensionalen Strategien begegnet werden kann. Krebsforschung ist deswegen auch eines der am stärksten interdisziplinären Felder

der Gesundheitsforschung: Expertinnen und Experten aus Onkologie, Pathologie, Radiologie, Nuklearmedizin, Molekularbiologie, Informatik, Statistik und anderen Disziplinen müssen kooperieren. Das erfordert Forschungsinfrastrukturen, die solche Kooperations-szenarien unterstützen beziehungsweise ermöglichen.

## Nachgefragt

### **Welche Krebsforschung brauchen wir?**

**Prof. Dr. Michael Baumann** ist Vorstandsvorsitzender des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) in Heidelberg und Sprecher des Deutschen Konsortiums für Translationale Krebsforschung (DKTK).

### **Wie muss Krebsforschung gestaltet sein, damit Krebs- kranke davon profitieren?**

Sie muss vor allem langfristig angelegt sein. Kurze Projektförderung reicht in vielen Fällen nicht, um neues Wissen zu generieren und dann zu prüfen, wie die Erkenntnisse die Versorgung verbessern können. Krebsforschung muss außerdem der hohen Komplexität von Krebserkrankungen Rechnung tragen. Dazu braucht es intelligente Netzwerkstrukturen, wie das im DKTK und auch im derzeit im Ausbau befindlichen NCT-Netzwerk umgesetzt wird. Die Alternative wären Megazentren, wie wir sie aus China und den USA kennen. Das ist in Deutschland weder realistisch noch sinnvoll.

### **Deutschland investiert sehr viel Geld in die Krebsfor- schung. Ist das gut angelegt?**

Absolut. Mit Strukturen wie dem DKTK und den NCT, aber auch mit neuen Institutsgründungen zu Strahlentherapie und Krebsimmuntherapie, bringen wir Er-

kenntnisse aus der Grund- lagenforschung schneller in die Versorgung. Fort- schritte in der molekularen Diagnostik und Therapie kommen Patientinnen und Patienten sehr früh zugute. Das alles ist auch Folge strategischer Forschungs- förderung.



Prof. Dr. Michael  
Baumann

### **Kann Krebsforschung auch Krebs verhindern?**

Eindeutig ja. Für die Forschung, die zur Impfung gegen Gebärmutterhalskrebs führte, gab es ja sogar einen Nobelpreis für einen deutschen Forscher. Wir müssen hier allerdings deutlich mehr tun. 40 Prozent aller Krebserkrankungen können durch Primärprävention vermieden werden, aber das Entscheidende ist natürlich die Frage: Wie? Da gibt es noch sehr viel Forschungsbedarf, auch in der Grundlagenforschung, etwa zum genauen Zusammenhang zwischen Ernährung oder Infektionen und Krebs. In translationalen Ansätzen müssen konkrete Konzepte für gezielte Interventionen entwickelt und evaluiert werden. Da liegt noch eine Menge Arbeit vor uns.

## Strukturelle Weiterentwicklung der deutschen Krebsforschung

Das BMBF hat in den vergangenen zehn Jahren zusammen mit anderen Fördermittelgebern wie der Deutschen Krebshilfe und der Deutschen Forschungsgemeinschaft die Krebsforschung nicht nur projektweise gefördert, sondern strukturell und institutionell weiterentwickelt. Dabei wurden seitens des BMBF insgesamt mehr als 2,2 Milliarden Euro investiert. Kennzeichen der meisten strukturellen Fördermaßnahmen im Bereich Krebsforschung ist, dass ganz gezielt kooperative Strukturen – Netzwerke, gemeinschaftliche Institute, übergreifende Forschungsplattformen – unterstützt werden, um die für die Krebsforschung erforderliche kritische Masse sowie Synergien bei der Nutzung der teils sehr aufwendigen technischen Infrastrukturen zu erreichen.

- Das **Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ)** ist die größte biomedizinische Forschungseinrichtung in Deutschland. Es ist Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren und verfügt über ein Gesamtbudget von mehr als 280 Millionen Euro jährlich, das zu 90 Prozent vom BMBF getragen wird. Das DKFZ legt einen starken Fokus auf Grundlagenforschung und translationale Forschung. Es betreibt außerdem den Krebsinformationsdienst, an den sich Bürgerinnen und Bürger – Krebsbetroffene wie auch Angehörige – wenden können, wenn sie Beratungsbedarf zu Krebserkrankungen haben.
- In dem im Jahr 2011 gegründeten **Deutschen Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK)**, einem von sechs bereits etablierten Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung, bündeln mehr als zwanzig universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen ihre Kräfte, um Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung zu Krebs rascher in die Versorgung zu bringen. Das DKTK hat ein Budget von etwa 29 Millionen Euro pro Jahr.
- Das sich aktuell im Ausbau befindliche **Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT)** vereint an verschiedenen Standorten Forschung und Versorgung unter einem Dach, indem es sich als onkologisches Spitzenzentrum in Kooperation mit dem DKFZ auf komplexe klinische Studien für die personalisierte Onkologie fokussiert. 2020 wurden zu den zwei bestehenden Standorten in Heidelberg und Dresden vier weitere Standorte ausgewählt, die 2021 gemeinsam eine vom BMBF geförderte Konzeptentwicklungsphase durchlaufen.

- Das **Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf** und das **Institut für Radioonkologie – OncoRay** forschen auf Weltniveau zu nuklearmedizinischen Krebstherapien, Strahlentherapie und Protonentherapie sowie zur Bildgebung.
- Die jüngste institutionelle Neugründung ist das **Helmholtz-Institut für Translationale Onkologie (HI-TRON)**, bei dem DKFZ und Universität Mainz kooperieren. Es soll sich zu einer international führenden Plattform für individualisierte Krebsimmuntherapien entwickeln.



### Forschung konkret: Krebsforschungsstandort Sachsen

Wie mit viel Engagement und einer Kaskade aufeinander abgestimmter Fördermaßnahmen ein internationaler Leuchtturm der Krebsforschung entsteht, zeigt der Forschungsstandort Sachsen. Im Jahr 2002 war das Universitätsklinikum Dresden eine der ersten Kliniken, die ein auf leistungsfähigste Krebsversorgung zielendes Comprehensive Cancer Center aufbaute. Daran anknüpfend wurde 2007 im Rahmen der BMBF-Innovationsförderung „Unternehmen Region“ unter dem Namen OncoRay ein Zentrum für Innovationskompetenz für medizinische Strahlenforschung in der Onkologie etabliert, das seit 2010 gemeinsam mit dem Heidelberger Institut für Radioonkologie (HIRO) das National Center for Radiation Research in Oncology (NCRO) bildet. Damit wurde Dresden auf der Landkarte der onkologischen Forschung deutlich sichtbar. Fördermaßnahmen lockten viele junge Forschende an. Es entstand eine „kritische Masse“, die dazu führte, dass sich Forschungsschwerpunkte über die Strahlenonkologie hinaus bildeten. Diese Entwicklungen trugen auch dazu bei, dass Dresden 2014/2015 ein Standort des DKTK und im Jahr 2015 zum zweiten Standort des NCT wurde. Besonders hervorzuheben ist Dresdens Beitrag zur Weiterentwicklung der Protonentherapie: Eine neue Nachweismethode der Strahlenpositionierung im Patienten während der Therapie wurde hier entwickelt und kommt weltweit zum ersten Mal zum Einsatz. Sie erhöht die Präzision, schont damit das umliegende gesunde Gewebe und verringert Komplikationen. Auch die Erforschung von Biomarkern für Strahlentherapie und Onkochirurgie bringt den Sachsen international viel Anerkennung.



Am OncoRay und NCT/UCC Dresden wird an einer Verbesserung der Strahlentherapie bei aggressiven Hirntumoren geforscht. Grundlage hierfür ist eine kombinierte PET/MRT-Bildgebung, die wichtige Informationen für eine verbesserte Therapie liefert.

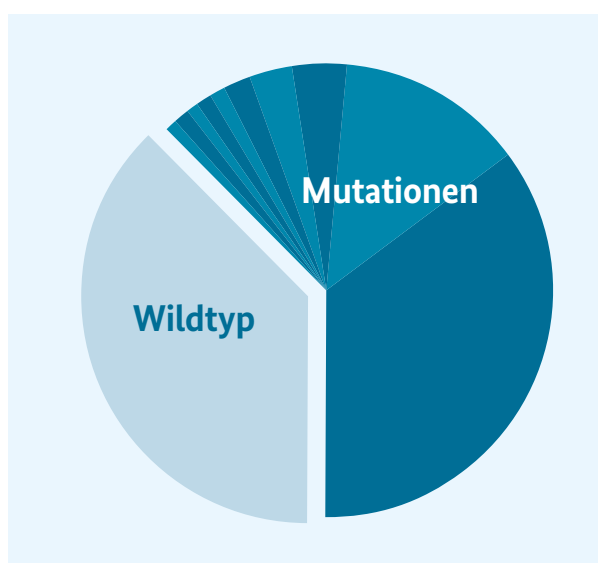
### Versorgungsfortschritte an vielen Stellen

Die institutionelle Weiterentwicklung der deutschen Krebsforschungslandschaft hat dazu beigetragen, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zahlreiche Arbeitsgruppen etablieren konnten, die in ihren Bereichen international zu den führenden Forschungsakteuren gehören. Die deutsche Krebsforschung spielt international in vielen Bereichen ganz oben mit. Das kommt nicht zuletzt den Krebspatientinnen und Krebspatienten zugute, die oft schon in einem sehr frühen Stadium Zugang zu neuen und hochinnovativen Versorgungskonzepten erhalten.

Beispiele dafür gibt es sehr viele und sie können hier nur angerissen werden. So ist es gelungen, die molekulargenetische Diagnostik von Tumoren mit modernen Hoch-

durchsatzverfahren an vielen Stellen aus der Forschung in die Routineversorgung zu überführen – eine der ganz großen Erfolgsgeschichten der translationalen Krebsforschung der vergangenen zehn Jahre. Das gilt konkret zum Beispiel bei Kindern mit schwer behandelbaren Krebserkrankungen oder mit Rückfällen. Es gilt aber auch bei einem häufigen Tumor wie dem Lungenkrebs. Auch bei der Krebsdiagnostik hat sich die Forschungsförderung an vielen Stellen bewährt, etwa bei Patientinnen und Patienten mit Rückfällen einer akuten lymphoblastischen Leukämie (ALL), einer Unterform des Blutkrebses. Hier wird im Rahmen des von Dr. Cornelia Eckert von der Charité Berlin koordinierten Verbundprojekts IRMA-4-ALL eine technologische Plattform entwickelt, mit der das Ansprechen auf unterschiedliche ALL-Behandlungen extrem präzise gemessen werden kann. Die Behandlung kann so viel individueller als bisher geplant werden. Nach vielen Jahren engagierter Forschung wird diese Diagnoseplattform jetzt zu einem kommerziellen Produkt weiterentwickelt – das auch bei anderen Krebserkrankungen gute Dienste leisten wird.

Die Krebsversorgung schon erreicht – und zwar weltweit – hat das prostataspezifische Membran-Antigen PSMA, das für die Diagnostik bei Prostatakrebs genutzt wird. PSMA wurde unter anderem im Rahmen einer DKTK-Verbundforschung zu einem Tracer für die Positronen-Emissions-Tomografie (PET) weiterentwickelt. Das Molekül wird dazu schwach radioaktiv markiert. Wird es dem Patienten gespritzt, können auch kleinste Krebsherde sehr gut sichtbar gemacht werden. Damit aber nicht genug: PSMA kann auch für eine sehr gezielte Strahlentherapie genutzt werden. Die Präzision der Bestrahlung, die das gesunde Gewebe verschont, führt dazu, dass die Lebensqualität der Patienten bei dieser Behandlung besser als bei vielen anderen Behandlungen ist.



Beim nicht kleinzelligen Adenokarzinom der Lunge wurden zahlreiche genetische Veränderungen entdeckt, die für die Krebsbehandlung relevant sind. Nur noch bei derzeit 37 Prozent der Tumore wird keine der bekannten relevanten Mutationen (Wildtyp) entdeckt. Deswegen ist die genetische Untersuchung bei diesem Krebs heute Standard.



## Herausforderungen Prävention und Einbindung der Betroffenen

Allen Fortschritten zum Trotz: Zu glauben, Krebs sei schon halb besiegt, ist voreilig. Weiterhin sterben viel zu viele Menschen viel zu früh an bösartigen Tumorerkrankungen. Und es werden viel zu wenige jener Krebserkrankungen verhindert, die prinzipiell verhinderbar wären. Der Bedarf an Krebsforschung bleibt riesig. Je mehr Krebs zu einer chronischen Erkrankung wird und je individualisierter die Behandlungen sind, desto dringlicher wird die Einbindung von Patientinnen und Patienten. Sie sind heute bereits in einigen Gremien, etwa beim Gemeinsamen Bundesausschuss oder an Gutachtersitzungen im Rahmen der BMBF-Projektför-

derung, beteiligt. Ziel ist die umfassende Einbindung der Patientinnen und Patienten auf den unterschiedlichen Ebenen der Forschungsförderung in der Gesundheitsforschung. Ebenfalls große Herausforderungen sind die Krebsprävention und die Krebsfrüherkennung. Hier gibt es viele neue Ansätze, deren Potenziale durch Forschung dringend ausgelotet werden müssen. Ein Beispiel im Bereich Früherkennung sind hochempfindliche Bluttests oder „Liquid Biopsies“. Sie könnten es erlauben, viele Krebserkrankungen deutlich vor Auftreten erster Symptome zu erkennen. Hier wird es in den nächsten Jahren darum gehen, die Technologie zu perfektionieren und dann systematisch zu erforschen, welche Einsatzszenarien sinnvoll oder auch weniger sinnvoll sind.



### Forschung konkret: Innovative Krebstherapie für schwer kranke Kinder



An der Klinik für Pädiatrie der Charité Berlin werden unter Leitung von **Prof. Dr. Angelika Eggert** bei vielen kindlichen Krebserkrankungen innovative Therapien vorangetrieben. Ein Beispiel ist die CAR-T-Zell-

Therapie. CAR steht für „Chimeric Antigen Receptor“. Bei dieser Behandlung werden Krebspatientinnen und -patienten bestimmte Immunzellen entnommen, die T-Zellen. Sie werden außerhalb des Körpers genetisch so verändert, dass sie die Oberflächenstruktur der Krebszellen erkennen. Danach werden sie dem Körper zurückgegeben. „Anders als vorher kann das Immunsystem sich dank CAR-T-Zell-Therapie gegen die Krebserkrankung wehren. Die Therapieergebnisse sind teilweise wirklich beeindruckend“, so Eggert. Kinder mit bestimmten Formen der akuten Leukämie können zum Beispiel sehr erfolgreich behandelt werden. Aktuell geht es darum, weitere Einsatzszenarien zu erforschen. Und dann gibt es auch noch andere Formen der „adoptiven T-Zell-Therapien“, die dringend erforscht werden müssen, zum Beispiel die T-Zell-Rezeptor-Therapie (TCR-T), die bei Patientinnen und Patienten mit soliden Tumoren, also Tumoren, die nicht Blut- oder Lymphsystem betreffen, besser geeignet sein könnte.

Es wird immer noch sehr viel über Patientinnen und Patienten, aber nicht mit ihnen gesprochen.

Auch gibt es in Deutschland kaum Forschung über partizipative Prozesse, um Patientenbeteiligung systematisch anzugehen.

Jan Geißler, Krebspatient und Gründer des Think Tanks für Patientenvertretung Patvocates



### KÖPFE UND KARRIEREN: VON DER HYPOTHESE ZUM NOBELPREIS

In den 1970er Jahren formulierte der junge Wissenschaftler **Harald zur Hausen**, später Vorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) in Heidelberg, die Hypothese, dass humane Papillomviren Ursache des Gebärmutterhalskrebses sein könnten. Tatsächlich gelang es ihm in den 1980er Jahren nach unzähligen Experimenten, HPV16 und später HPV18 als krebserregende Papillomviren dingfest zu machen. Zusammen sind sie für 70 Prozent aller Fälle von Gebärmutterhalskrebs verantwortlich. Noch mal zwanzig Jahre später, im Jahr 2006, kamen die ersten zwei Impfstoffe auf den Markt. Die Geschichte war damit noch nicht ganz zu Ende: 2008 erhielt Harald zur Hausen für seine jahrzehntelange Forschung den Nobelpreis für Medizin und Physiologie. Mittlerweile ist definitiv bewiesen, dass die HPV-Impfung vor Gebärmutterhalskrebs schützen kann. Heute wird allen Jugendlichen empfohlen, sich im frühen Teenageralter gegen HPV impfen zu lassen.



Großer Forschungsbedarf besteht weiterhin bei der Krebsprävention. Wie genau die Zusammenhänge zwischen Ernährung und Krebsentstehung sind und wo sich Ansatzpunkte für Präventionsprogramme bieten, soll unter anderem im Rahmen der Nationalen Dekade gegen Krebs genauer erforscht werden.

### Ausblick

Um die Krebsforschung in Deutschland weiter zu stärken, hat das BMBF Anfang 2019 die Nationale Dekade gegen Krebs initiiert. Es handelt sich um eine gemeinsam mit dem Bundesministerium für Gesundheit und vielen weiteren Partnern konzipierte, auf zehn Jahre angelegte Initiative, die darauf abzielt, Krebserkrankungen zu verhindern, Heilungschancen zu erhöhen, Lebenszeit zu verlängern und die Lebensqualität von Krebsbetroffenen und ihren Angehörigen zu verbessern. Unter anderem werden praxisverändernde klinische Studien zur Prävention, Diagnose und Therapie von Krebserkrankungen im Rahmen der Dekade mit bis zu 62 Millionen Euro gefördert. Solche Studien, die bestehende Verfahren vergleichen und verbessern, sind häufig sehr komplex, dauern lange und benötigen zahlreiche Studienzentren. Sie sind besonders wichtig, weil sie das Überleben und auch die Lebensqualität der Krebspatientinnen und -patienten erheblich verbessern können. In den ersten beiden Jahren der Dekade haben unterschiedliche Arbeitsgruppen Themenschwerpunkte definiert, die jetzt von den beteiligten Akteuren weiterverfolgt werden. Zum Beispiel regte die Arbeitsgruppe Prävention an, bei der Beobachtung anzusetzen, dass manche Krebserkrankungen immer häufiger bei jüngeren Menschen auftreten. Dies aufgreifend, hat das BMBF eine Forschungsinitiative zur Prävention von Darmkrebs in jüngeren und künftigen Generationen initiiert. Forschungsverbände, die untersuchen, warum Darmkrebs bei jüngeren Menschen häufiger wird, und die Strategien für die Prävention und Früherkennung entwickeln und testen, werden für bis zu acht Jahre gefördert.

Die strukturelle und institutionelle Weiterentwicklung der deutschen Krebsforschung ist weit fortgeschritten, aber noch nicht abgeschlossen. Die beiden existierenden Standorte des NCT in Heidelberg und Dresden werden im Rahmen der Dekade um vier weitere NCT-Standorte in Berlin, Essen mit Köln, Würzburg mit Erlangen, Regensburg und Augsburg sowie Tübingen mit Stuttgart und Ulm ergänzt. Jeder der vier Standorte kann in der Endausbaustufe bis zu 13 Millionen Euro jährlich vom BMBF erhalten.

Gerade die Kinder mit ihren doch eher seltenen Krebserkrankungen werden davon profitieren, wenn wir deutschlandweit mit anderen NCT-Standorten zusammenarbeiten.

Prof. Dr. Angelika Eggert, Klinik für Pädiatrie mit Schwerpunkt Onkologie und Hämatologie, Charité Berlin

Der Ausbau der NCT-Infrastruktur wird zu einer erheblichen strukturellen Stärkung vor allem der klinischen Krebsforschung führen. In Verbindung mit der starken Grundlagenforschung und der translational ausgerichteten Netzwerkstruktur des DKTK entsteht eine leistungsfähige Krebsforschungslandschaft, die vom Labor bis in die Versorgung reicht. Sie bietet zahlreiche Anknüpfungspunkte für eine enge Zusammenarbeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern auf der einen und in der Versorgung tätigen Ärztinnen und Ärzten auf der anderen Seite. Der Zugang von Krebsbetroffenen zu innovativen Versorgungskonzepten und Behandlungsverfahren wird nochmals verbessert.

# Therapie- und Impfstoffforschung halten Keime in Schach

Als nach dem Zweiten Weltkrieg Antibiotika in der Breite verfügbar wurden, dachte mancher, Infektionserkrankungen seien bald ein abgeschlossenes Kapitel der Medizingeschichte. Das war ein Irrtum. Erkrankungen wie Malaria, Tuberkulose und die HIV-Infektion gehören weiterhin zu den wichtigsten Todesursachen weltweit. Und wie rasch neue Infektionen auftreten können, hat die COVID-19-Pandemie anschaulich und dramatisch gezeigt. Wir müssen in Zukunft besser vorbereitet sein, um schnell reagieren zu können und weltweit neue und wieder auftretende Infektionskrankheiten effektiv zu bekämpfen. Bessere Therapien, bessere Diagnostik, bessere Impfungen – der Forschungsbedarf bei Infektionserkrankungen ist immens.

In Industrienationen mit leistungsfähigen Gesundheitssystemen scheinen Infektionen oft eher ein Randthema: Die Erkrankten erwarten, dass mithilfe geeigneter Arzneimittel die Krankheit schnell überwunden ist und eine Infektion keine tödliche Bedrohung darstellt. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebserkrankungen, psychische Krankheiten und Erkrankungen des Bewegungsapparats dominieren fast alle Statistiken. Infektionserkrankungen machten vor COVID-19 nur punktuell Schlagzeilen. Auf globaler Ebene war das schon immer anders. Lungenentzündungen und Tuberkulose stehen seit Jahrzehnten in der Top-10-Liste der weltweiten Todesursachen der WHO. Es bedurfte einer enormen Kraftanstrengung, dass die HIV-Infektion und Malaria dort derzeit nicht mehr auftauchen. Auch in der Anfang 2020 von der WHO veröffentlichten Liste der 13 größten Gesundheitsrisiken weltweit sind Infektionen mit vier Nennungen prominent vertreten.

## Neue Infektionskrankheiten erfordern Wachsamkeit und Forschung

Bei genauerem Hinsehen sind Infektionen aber nicht nur ein Problem ärmerer Länder, sondern auch ein ganz konkretes Risiko für die Bürgerinnen und Bürger eines Landes wie Deutschland. Jedem und jeder deutlich wurde das im Jahr 2020, als sich SARS-CoV-2 rasant über den Globus ausbreitete. Es ist das bisher sichtbarste Beispiel für die Ausbreitung „neuer“ Infektionen in einer globalisierten, zunehmend dichter besiedelten Welt. Viele dieser neuen Erkrankungen werden von Tieren auf den Menschen übertragen. Fachleute sprechen dann von Zoonosen. Zu den Zoonosen zählen nicht nur die Coronavirus-Erkrankungen COVID-19, MERS und SARS, sondern auch „alte Bekannte“ wie die Malaria, die Pest und die Tollwut.

Die Erforschung von Zoonosen ist ein wichtiger Schwerpunkt der BMBF-Forschungsförderung. Schon 2007 wurde der Förderschwerpunkt „Forschungs-



## Forschung konkret: Molekulare Epidemiologie im EBOKON-Projekt

Im Zusammenhang mit dem Ebola-Ausbruch in Westafrika im Jahr 2014/2015 startete unter der Koordination von **Prof. Dr. Stephan Becker** von der Universität Marburg das EBOKON-Projekt, das Forschungslücken bei Ebola schließen sollte. Es ging um die Entwicklung eines Impfstoffs, aber auch um die Nachverfolgung der Virusausbreitung: „Der Ebola-Ausbruch war einer der ersten Ausbrüche, bei denen die genauen epidemiologischen Zusammenhänge quasi in Echtzeit geklärt wurden, indem die Viren unterschiedlicher Betroffener in großem Umfang vor Ort vollständig genetisch sequenziert und dann miteinander verglichen wurden“, so Becker. Diese „molekulare Epidemiologie“ ist seither eines der wichtigsten Werkzeuge für den Kampf gegen virale Epidemien, weil sie sehr präzise Hinweise gibt, wo genau sich die Erreger wie schnell ausbreiten und wer wen ansteckt. „Bei Ebola konnten daraus gezielte Eindämmungsmaßnahmen abgeleitet werden. Die vor Ort nötigen Methoden und Infrastrukturen wurden im EBOKON-Projekt entwickelt. Heute leisten sie wertvolle Hilfe bei der Eindämmung der COVID-19-Pandemie. Und sie tragen auch bei anderen Epidemien dazu bei, Daten zu generieren, um die Bevölkerung zu schützen.“

verbünde zu zoonotischen Infektionskrankheiten“ etabliert. 2009 folgte die Gründung der „Nationalen Forschungsplattform für Zoonosen“. Und seit 2017 fördert das BMBF das „Nationale Forschungsnetz zoonotische Infektionskrankheiten“ mit einem Gesamtvolumen von 40 Millionen Euro für die Jahre 2017 bis 2022. In diesem Zusammenhang werden seit 2017 sieben Forschungsverbünde gefördert.

## Nachgefragt

### „Letztlich muss es das Ziel sein, dass wir nicht erst im Ausbruch anfangen“

Seit Beginn der Corona-Pandemie redet die ganze Welt über Impfstoffe. **Prof. Dr. Marylyn Addo**, Leiterin Sektion Infektiologie am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf und stellvertretende Koordinatorin für neu auftretende Infektionserkrankungen am DZIF, tat das schon vorher und sie steht heute bei der Impfstoffforschung in Europa mit an vorderster Front.



Prof. Dr. Marylyn Addo

**Sie waren im Rahmen einer BMBF-Förderung an der Entwicklung des weltweit ersten Ebola-Impfstoffs beteiligt, der im November 2019 zugelassen wurde. Wie lief das genau ab?**

Wir wollten ursprünglich im Rahmen des DZIF eine Impfstoffstudie zum MERS-Coronavirus starten. Nach Rücksprache mit der WHO stiegen wir wegen der akuten Dringlichkeit dann stattdessen bei Ebola ein. Da gab es zu diesem Zeitpunkt bereits einen präklinischen Impfstoff. Wir waren dann eins von vier Zentren weltweit, das unabhängige Phase-I-Studien durchführte. Darauf aufbauend, ging es überlappend mit Phase-II/III-Studien weiter. Eine der drei Dosierungen, die wir damals untersucht haben, ist heute die zugelassene Dosis des ersten zugelassenen Ebola-Impfstoffs.

**Der Ebola-Impfstoff war zehn Jahre in Entwicklung, bevor er klinisch getestet wurde. Was sind die Lehren daraus mit Blick auf SARS-CoV-2 und künftige Epidemien?**

Dass es damals überhaupt einen Impfstoffkandidaten für Ebola gab, lag daran, dass Ebola auf der Liste potenzieller Biowaffen steht. Deswegen waren Vorarbeiten geleistet worden, aber letztlich brauchte es den Ausbruch in Westafrika, um die entscheidenden weiteren Schritte zu gehen. Die große Lehre aus Ebola ist, dass noch mehr Forschungsarbeit vorgezogen werden muss, wenn auf Ausbrüche sehr schnell reagiert werden soll. Mit den erheblichen Summen, die

für SARS-CoV-2 zur Verfügung stehen, kann auch in einem laufenden Ausbruch sehr schnell agiert werden. Aber letztlich muss es das Ziel sein, dass wir nicht erst im Ausbruch anfangen.

**Wie lässt sich das erreichen?**

Das Stichwort lautet „Pandemic Preparedness“. Was wir unter anderem im Rahmen des Deutschen Zentrums für Infektionsforschung entwickelt haben, ist eine Impfstoffplattform, die nach einem Baukastenprinzip arbeitet. Wir nutzen virale Vektoren als Träger für Impfantigene. Wenn es dann zu einer Epidemie kommt, müssen wir nur noch das jeweilige Impfantigen einbauen und können sehr zügig klinische Studien durchführen.

**Bei SARS-CoV-2 startete die Phase-I-Studie des DZIF auf Basis eines Modified-Vaccinia-Ankara-Virus Anfang Oktober 2020. Kann das noch weiter beschleunigt werden?**

Ich finde, wir waren schon sehr schnell für ein akademisches Konsortium. Insgesamt waren Ende September 2020 rund 170 Konsortien weltweit bei der SARS-CoV-2-Impfstoffentwicklung engagiert, vierzig davon in klinischen Studien. Wir waren also in den Top 41. Impfstoffe mit viralen Vektoren zu entwickeln, ist ein aufwendiger Prozess, der sich nicht viel weiter abkürzen lässt und einfach länger dauert als zum Beispiel bei RNA-Impfstoffen, das wird sich wahrscheinlich auch nicht wesentlich ändern. Aber dafür haben diese Impfstoffe den Vorteil, dass beide Arme des Immunsystems erreicht werden, also Antikörperantwort und T-Zell-Antwort.

**Wo sehen Sie jenseits von SARS-CoV-2 bei der Impfstoffentwicklung den größten Bedarf?**

Es gibt eine WHO-Liste der neuen Infektionskrankheiten, die bietet eine gute Orientierung. SARS und MERS stehen darauf, die bleiben gefährlich, auch weil sie wesentlich tödlicher sind als SARS-CoV-2. Aber auch das Marburg-Virus, das Lassa-Virus und das Nipah-Virus sind Kandidaten. Wo wir auch unbedingt noch weiterkommen müssen, sind die Grippeimpfstoffe. Die nächste Grippepandemie wird kommen, das ist nur eine Frage der Zeit.

Einer davon ist der von Prof. Dr. Christian Drosten von der Charité Berlin koordinierte Forschungsverbund RAPID, der sich mit dem Pandemierisiko von Coronaviren, ursprünglich vor allem dem MERS Coronavirus, beschäftigt. Dabei haben Forschende spezielle Analyseverfahren und Testmodelle entwickelt, die in der aktuellen Corona-Pandemie verlässlich und sicher angewendet werden können. So wurde der weltweit erste spezifische SARS-CoV-2-Test für den breiten Einsatz in Deutschland entwickelt.

Auch jenseits der spezifischen Förderung der Zoonosenforschung engagiert sich das BMBF stark für den Bereich der neu auftretenden Infektionserkrankungen. So haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Infektionsforschung (DZIF) im Rahmen internationaler Konsortien, aber auch in spezifisch geförderten Projekten wie EBOKON, maßgeblich dazu beigetragen, die Ebola-Ausbrüche in Afrika einzudämmen und den weltweit ersten Ebola-Impfstoff zu entwickeln. Auch von diesen Forschungsaktivitäten haben die Bürgerinnen und Bürger in Deutschland während der COVID-19-Pandemie profitiert. Ein zentrales Thema der Förderung im Bereich Infektionskrankheiten sind aktuell die Impfungen, deren enormer Stellenwert durch die COVID-19-Pandemie mehr als deutlich geworden ist.

### Krankenhausinfektionen in Deutschland

**400.000 bis 600.000** Krankenhausinfektionen pro Jahr

**10.000 bis 20.000** Todesfälle durch Krankenhausinfektionen pro Jahr

**250.000** verlorene Jahre durch Tod, Krankheit oder Behinderung als Folge von Krankenhausinfektionen pro Jahr

### Infektionen mit resistenten Erregern in Europa

**670.000** Infektionen mit resistenten Bakterien pro Jahr, davon 63,5 Prozent mit dem Gesundheitswesen assoziiert

**33.000** Todesfälle durch Antibiotikaresistenzen pro Jahr

**870.000** verlorene Jahre durch Tod, Krankheit oder Behinderung als Folge von Antibiotikaresistenzen pro Jahr

### Prognose

**10 Mio.** Menschen könnten weltweit im Jahr 2050 durch Erreger sterben, die gegen antimikrobielle Medikamente resistent sind.

### Resistente Problemkeime breiten sich aus

Die Zoonosen sind nicht der einzige Bereich, bei dem es im Kontext der Infektionserkrankungen großen Forschungs- und Innovationsbedarf gibt. In die eingangs erwähnte WHO-Liste der größten Gesundheitsrisiken schafft es auch die zunehmende Resistenz vieler insbesondere bakterieller Erreger gegen Antibiotika. Die Resistenzproblematik betrifft auf globaler Ebene unter anderem die Tuberkulose.

Resistenzen sind auch in Europa eine ganz konkrete Bedrohung. Es gibt multiresistente und damit potenziell lebensbedrohliche Erreger, die nicht zuletzt deswegen so gefährlich sind, weil sie sich durch den ständigen Eintrag über Patientinnen und Patienten und den häufigen Einsatz von Antibiotika in medizinischen Einrichtungen festsetzen und oftmals schon geschwächte Personen infizieren können. Das ohnehin schon gravierende Problem der Krankenhausinfektionen erhält durch multiresistente, schwer behandelbare Erreger also zusätzliche Brisanz.

### Antimikrobielle Therapien im Fokus

Im Zusammenhang mit (multi)resistenten Krankheitserregern zielen BMBF-Förderinitiativen darauf ab, neue Medikamente zu entwickeln, um Patientinnen und Patienten auch dann noch behandeln zu können, wenn sie durch einen „Problemkeim“ erkranken. Erste Erfolge wurden erzielt. So wurde am Universitätsklinikum Münster ein neuer Wirkstoff gegen multiresistente *Staphylococcus aureus* (MRSA)-Bakterien identifiziert. Er stammt ursprünglich aus einem gegen Bakterien gerichteten Virus, einem Bakteriophagen. Der Wirkstoff soll jetzt in klinischen Studien evaluiert und dann in die Versorgung gebracht werden – möglicherweise unter anderem als Nasenspray.

Auch die Entwicklung innovativer Behandlungen bei – bakterieller oder viraler – Lungenentzündung wird vom BMBF vorangetrieben. Dies geschieht zum Beispiel im GI-HOPE-Projekt, das Prof. Dr. Susanne Herold, Schwerpunktleitung Infektiologie am Universitätsklinikum Gießen und Marburg, im Rahmen des DZL koordiniert. Hier geht es um Patientinnen und Patienten, die wegen einer Lungenentzündung eine Beatmung benötigen. In der Intensivmedizin heißt diese Konstellation Akutes Atemnotsyndrom oder ARDS. Dafür gibt es bisher keine kausale Therapie. Die multizentrische GI-HOPE-Studie untersucht, ob bei ARDS die Inhalation des gentechnisch hergestellten Wachstumsfaktors GM-CSF (Molgramostim) von Nutzen sein kann. Das Medikament soll die Abwehrkräfte der geschädigten Lunge und die Fähigkeit zur Gewebereparatur verbessern.



GI-HOPE ist ein gutes Beispiel dafür, wie sich strukturelle Fördermaßnahmen auch in unerwarteter Weise bezahlt machen können. Seit im Frühjahr 2020 klar wurde, dass bei der COVID-19-Erkrankung ein schweres ARDS die häufigste Todesursache ist, werden auch COVID-19-Betroffene in die GI-HOPE-Studie aufgenommen. Zusätzlich wurde eine Schwesterstudie gestartet, GI-COVID. Betroffene inhalieren hier den Wirkstoff bereits, wenn sie ins Krankenhaus kommen, nicht erst auf der Intensivstation. Die Hypothese ist, dass Patientinnen und Patienten mit COVID-19 auf diese Weise eine Beatmung erspart werden kann.

„Durch die existierende Studieninfrastruktur im BMBF-geförderten DZL konnten wir COVID-19-bezogene Therapiestudien sehr schnell an mehreren Standorten starten. Das hilft uns in dieser Pandemie sehr.“

Prof. Dr. Susanne Herold, Schwerpunktleitung Infektiologie am Universitätsklinikum Gießen und Marburg

### Ausblick

Die Forschung zu innovativen Strategien gegen Infektionen und der Kampf gegen antibiotikaresistente Bakterien sind für die BMBF-Förderung ein Dauerthema. Um künftige Pandemien zu verhindern und erfolgreich bekämpfen zu können, ist es dringend erforderlich, die Infektionsforschung in Deutschland im Sinne eines One-Health-Ansatzes weiterzuentwickeln. Dessen stärkere Umsetzung ist im aktuellen Rahmenprogramm Gesundheitsforschung der Bundesregierung als wichtiger Bestandteil der zukünftigen Public-Health-Forschungsförderung verankert. Infektionserkrankungen und Antibiotikaresistenzen sind globale Herausforderungen, die nur durch eine enge weltweite Zusammenarbeit bewältigt werden können. Das BMBF wird sich weiterhin stark in internationalen Partnerschaften engagieren und seine Forschungsförderung zur globalen Gesundheit weiterentwickeln.



### KÖPFE UND KARRIEREN: ZIKA, MERS UND DIE KAMELE

Gleich in mehreren BMBF-geförderten Projekten treibt die Veterinärmedizinerin **Prof. Dr. Asisa Volz** die Impfstoffentwicklung gegen neue Infektionserkrankungen voran. Ihr Hauptinteresse gilt dem Zika-Virus, das 2015 in Brasilien ganz plötzlich gehäuft auftrat. Es führt bei Erwachsenen zu neurologischen Störungen und bei Neugeborenen zu schweren Behinderungen. Volz hat insgesamt zwölf potenzielle Zika-Impfstoffe entwickelt, die sie jetzt in Krankheitsmodellen erprobt. Dabei analysiert sie, wie sich die Bildung von Antikörpern und die Reaktion der T-Zellen unterscheiden. Hintergrund: Es könnte sein, dass unterschiedliche Impfstoffe Erwachsene und Neu-

geborene unterschiedlich gut schützen. Auch bei Coronaviren ist Volz engagiert. Hier kooperiert sie im RAPID-Verbund mit Prof. Dr. Christian Drosten. Im Fokus steht ein Impfstoff gegen das MERS-Coronavirus. Dabei sollen nicht Menschen geimpft werden, sondern Kamele, die das Virus auf den Menschen übertragen. Die Reise zur Impfkation auf der Arabischen Halbinsel ist für 2021 geplant. Frau Prof. Volz leitet seit 2017 eine Nachwuchsgruppe im Rahmen des BMBF-geförderten Nationalen Forschungsnetzes zoonotische Infektionskrankheiten.



# Gesundheit für Jung und Alt

**Kinder sind keine kleinen Erwachsenen, das ist ein oft gehörter Satz. Er lässt sich noch erweitern: Junge Erwachsene sind anders als Menschen im mittleren Alter und die unterscheiden sich noch mal in vielerlei Hinsicht von betagteren oder gar hochbetagten Menschen. Jede Lebensphase hat ihre Besonderheiten, die sich auf die Gesundheit und auf die Häufigkeit und den Verlauf von Krankheiten auswirken. Die Forschungsförderung des BMBF trägt dieser Diversität Rechnung.**

Im Laufe des Lebens verändert sich viel – nicht zuletzt die Gesundheit. Deshalb lassen sich die Ergebnisse der Gesundheitsforschung nicht beliebig auf alle Altersgruppen übertragen. Besonders deutlich wird das bei Kindern: Hier war es vor einigen Jahren ein großer Erfolg, als die Hersteller von Arzneimitteln verpflichtet wurden, viele Medikamente auch bei Kindern zu evaluieren. Seither weiß die Forschung deutlich besser über Arzneimittelwirkungen bei Kindern Bescheid und es wurde eine Reihe von Medikamenten für Kinder neu zugelassen.

## Forschung für Frühchen, Kinder und Heranwachsende

Auch in anderen Bereichen der Gesundheitsforschung werden die speziellen Bedürfnisse von Kindern und Jugendlichen adressiert. Das BMBF flankiert dies mit gezielten Fördermaßnahmen. So werden im Forschungsschwerpunkt „Gesund – ein Leben lang“ auch Forschungsverbünde unterstützt, die sich auf Kinder und Jugendliche konzentrieren. Der von Prof. Dr. Bianca Schaub vom Dr. von Haunerschen Kinderspital der LMU München koordinierte CHAMP-Verbund will beispielsweise Faktoren identifizieren, die eine Vorhersage erlauben, wie sich Allergien, Asthma oder eine atopische Dermatitis längerfristig entwickeln.

„Unsere Motivation für die Teilnahme an der CHAMP-Studie war, dazu beizutragen, die Situation für Patienten mit Allergien allgemein zu verbessern. Wir fühlen uns vom CHAMP-Studienteam sehr gut betreut. Schön wäre, solche Spezialisten auch wohnortnäher zu haben.“

Herr Wiesengrund, Vater eines an der CHAMP-Studie der LMU München teilnehmenden Kindes

Diese individuelle Verlaufsprognose wird dem Kind und seiner Familie gerechter als Pauschalaussagen. Entwickelt werden soll im CHAMP-Verbund auch ein molekularer Allergiescore, der das individuelle Allergierisiko schon in früher Kindheit definiert.

Einen Fokus auf Kinder und Jugendliche legen auch die Forschungsverbünde zu Verhaltensstörungen im Zusammenhang mit Gewalt, Vernachlässigung, Misshandlung und Missbrauch in Kindheit und Jugend. So fördert das BMBF im Rahmen des von Prof. Dr. Babette Renneberg von der FU Berlin koordinierten ProChild-Verbunds eine multizentrische Studie, die überprüft, inwieweit ein neu entwickeltes Gruppentraining dazu beitragen kann, Mütter mit der Borderline-Persönlichkeitsstörung zu stärken, um auf diese Weise Gewalt und Vernachlässigung der Kinder zu reduzieren.



## Forschung konkret: Immunsystem trainieren, chronische Erkrankungen verhindern?

Das Immunsystem entwickelt sich in den ersten Lebensjahren. Aber wie genau die genetische Ausstattung und die Umwelteinflüsse der frühen Lebensphasen zusammenwirken, um am Ende die komplexe individuelle Abwehr auszubilden, die uns bis ans Lebensende begleitet, das ist noch weitgehend unklar. Der PRIMAL-Verbund kümmert sich um diese Zusammenhänge: „Die frühkindliche Ausbildung des Immunsystems hat auch langfristige Auswirkungen: Bei der Entstehung von chronischen Erkrankungen wie Allergien, Diabetes oder Adipositas scheint die frühe Immunentwicklung ein Wörtchen mitzureden“, so PRIMAL-Koordinator Prof. Dr. Philipp Henneke vom Universitätsklinikum Freiburg. Ein Fokus im PRIMAL-Verbund sind sehr detaillierte Untersuchungen der Darmflora bei Frühgeborenen durch modernste molekulare Analyseverfahren, für die der Bioinformatiker Prof. Dr. Peer Bork vom European Molecular Biology Laboratory (EMBL) zuständig ist. Ein weiteres Hauptelement ist eine klinische Studie mit über 600 Frühgeborenen. Die Kinder erhielten an den ersten beiden Lebenstagen entweder Probiotika aus „wünschenswerten“ Stuhlbakterien oder eine Placebolösung. Sollte das günstige Auswirkungen auf die Entwicklung des Immunsystems haben, dann könnten die Frühchen in der eher artifiziellen Umgebung der ersten Lebensmonate durch entsprechende Behandlungskonzepte bessere Startbedingungen bekommen.



## Ältere Menschen dürfen in der Forschung nicht nur Anhängsel sein

Die BMBF-Förderung nimmt auch andere Lebensphasen in den Blick. Ein wichtiger Schwerpunkt liegt auf älteren Menschen. Ein von Prof. Dr. Martin Müller von der Fachhochschule Rosenheim, damals LMU München, konzipiertes Projekt hat beispielsweise die Auswirkungen von Gelenkkontrakturen auf Alltag und Lebensqualität alter Menschen in Pflegeheimen untersucht. Darauf aufbauend wurde eine sowohl therapeutische als auch präventive Intervention entwickelt, die im BMBF-geförderten JointConEval-Projekt in einer Studie untersucht wird. Im Erfolgsfall verbessern sich durch so eine Intervention zum Beispiel die Möglichkeiten der sozialen Teilhabe.

Im Bereich Arzneimitteltherapie wurde durch BMBF-Fördermaßnahmen aufgearbeitet, wie häufig bei älteren Menschen in Deutschland potenziell ungeeignete Medikamente verordnet werden. Darauf aufbauend wurde die PRISCUS-Liste verfasst, die über problematische Medikamente informiert und Alternativen aufzeigt. Die in diesem Zusammenhang entwickelten Informationsmaterialien werden in der Altenpflege und auch von den Betroffenen selbst als wertvolle Hilfe empfunden. Jetzt wird die Liste weiterentwickelt und es werden Interventionen konzipiert, um das Wissen noch stärker im Versorgungsalltag zu verankern.

### Ausblick

Die Ausrichtung der Forschungsförderung auf bestimmte Alters- und Bevölkerungsgruppen wird in den nächsten Jahren ausgebaut – unter anderem durch das im Aufbau befindliche Deutsche Zentrum für Kinder- und Jugendgesundheit als weiteres, standortübergreifendes Forschungsnetzwerk im Rahmen der Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung (DZG). Auch die lebensphasenspezifische Forschungsförderung wird fortgeführt, beispielsweise in Projekten, die zu Internetabhängigkeit im Schulalter, zur Stressprävention am Arbeitsplatz sowie zu sozialer Ungleichheit und Gesundheit forschen. Zusätzlich soll die Pflegeforschung deutlich gestärkt werden, sowohl durch Projekte als auch durch den Aufbau von Forschungskapazitäten.

## Nachgefragt

„Die PRISCUS-Liste hat enorme Aufmerksamkeit erzeugt“

**Prof. Dr. Petra Thürmann** vom Helios Universitätsklinikum Wuppertal – Universität Witten/Herdecke forscht für eine bessere Arzneimittelversorgung von Menschen im höheren Alter.



Prof. Dr.  
Petra Thürmann

### Worin besteht der spezifische Forschungsbedarf bei älteren Menschen?

Er besteht unter anderem darin, dass das Altern Veränderungen im Körper hervorruft, die für die medizinische Versorgung hochrelevant sind. Das findet nur zögerlich Berücksichtigung. Von verpflichtenden geriatrischen Entwicklungsplänen für Arzneimittelhersteller sind wir zum Beispiel weit entfernt. Ältere Menschen sind in Studien oft nur Anhängsel. Das Bewusstsein steigt aber, das stimmt mich verhalten optimistisch.

### Was hat sich konkret durch die Erstellung der PRISCUS-Liste verbessert?

Sie hat enorme Aufmerksamkeit erzeugt und war Vorbild für weitere derartige Listen, die jetzt regelmäßig aktualisiert werden. Sie hat auch zu prospektiven Studien geführt, etwa die BMBF-geförderten Studien RIME und PRIMUM, die den Einsatz von Listen wie PRISCUS im Alltag evaluieren.

### Wie geht es jetzt weiter?

Aktuell läuft das POLAR-MI-Projekt der Medizininformatik-Initiative, das sich auf Fehlmedikation bei älteren Menschen konzentriert. Es soll zu einem einheitlichen digitalen Datensatz führen. Der würde eine bessere Versorgungsforschung ermöglichen und es wird ein spezielles Medikationsmodul für ältere Menschen in den IT-Systemen von Krankenhäusern und Arztpraxen denkbar. Das wäre ein Riesenschritt nach vorn, weil alte Menschen dadurch in viel mehr medizinischen Einrichtungen vor riskanten Arzneimitteln geschützt werden können. Wir haben heute noch viel zu oft Insellösungen.





# *Neue Daten, neue Technologien, neue Chancen*

Nicht nur unser Wissen um Gesundheit und Krankheit entwickelt sich dynamisch weiter. Auch die Forschung verändert sich stetig. Wer in den 70er-Jahren des 20. Jahrhunderts forschte, hätte Mühe, auf Anhieb alles zu verstehen, was Alltag in den Forschungszentren der Gegenwart ist. Ohne moderne, automatisierte Systeme, die in hoher Geschwindigkeit Nukleinsäuren und Eiweißmoleküle analysieren, wären viele Forschungsprojekte heute undenkbar. Und ohne leistungsfähige Software – und zunehmend künstliche Intelligenz – wäre viel Forschungsarbeit zumindest deutlich schwieriger. Auch in die medizinische Versorgung hält die Digitalisierung mit Macht Einzug – und führt zu Fragestellungen, an die noch vor Kurzem niemand dachte.

Wenn Forschung sich wandelt, muss auch Forschungsförderung sich wandeln. Deswegen stellt das BMBF große Summen für Genomforschung und Systemmedizin zur Verfügung und fördert damit auf breiter Front forschungsrelevante Zukunftstechnologien. Gleichzeitig wird Digitalisierung umfassend unterstützt, auf infrastruktureller Ebene durch die Medizininformatik-Initiative und auf medizinischer Ebene durch gezielte Innovationsförderung. Und auch auf der Datenseite wird in die Zukunft investiert: Die NAKO Gesundheitsstudie bildet einen ständig wachsenden Forschungsdatenschatz, der in dieser Form und Größe einzigartig ist.

# Digitale Innovationen und digitale Medizin

**Digitalisierung und künstliche Intelligenz helfen, Patientinnen und Patienten besser zu versorgen – immer häufiger auch in den eigenen vier Wänden. Sie wirft aber auch neue Fragen auf, zum Beispiel ethische, die in BMBF-Förderprojekten adressiert werden. Das ist noch nicht alles: Um all das Wissen nutzbar zu machen, das im Gesundheitswesen entsteht, gilt es, medizinische Einrichtungen datenschutzkonform zu vernetzen. Der Aufbau übergreifender, digitaler Infrastrukturen für die Gesundheitsforschung ist deswegen ein weiterer, wichtiger Pfeiler der BMBF-Förderung.**

Viele Branchen nutzen bereits die Chancen der Digitalisierung. Im Gesundheitswesen hat Deutschland aber noch Nachholbedarf. So rangierte das Land im European Digital Economy and Society Index 2019 der EU bei den digitalen Gesundheitsdiensten im letzten Viertel. Das soll und muss sich ändern. Denn eine konsequente Digitalisierung bringt die Medizin auf vielen Ebenen voran.

## Krankheiten besser verstehen

Die gemeinsame Auswertung molekularer und klinischer Daten mit ausgefeilten Algorithmen führt zu neuen Erkenntnissen darüber, wie Erkrankungen entstehen – und liefert so Ansatzpunkte für neue, bessere Behandlungen.

## Prävention und Therapie personalisieren

Durch Fortschritte in der Bildgebung und der Molekulargenetik und durch die mobile Datenerfassung entsteht umfangreiches Wissen, das es erlaubt, Behandlungen und Vorsorge viel stärker als bisher individuell maßzuschneidern.

## Versorgungsgerechtigkeit

Digitale Vernetzung macht Expertenwissen auch außerhalb spezialisierter Zentren zugänglich. Umgekehrt wird die medizinische Versorgung in abgelegeneren Regionen für die Gesundheitsforschung besser zugänglich.

## Qualitätssteigerung

Klinische Entscheidungsunterstützungssysteme können Leitlinienwissen dort zur Verfügung stellen, wo es gebraucht wird. Versorgungsdefizite werden verhindert oder sie werden dort, wo sie auftreten, früh erkannt.

## Medizininformatik-Initiative:

### Die digitale Zukunft der Gesundheitsforschung

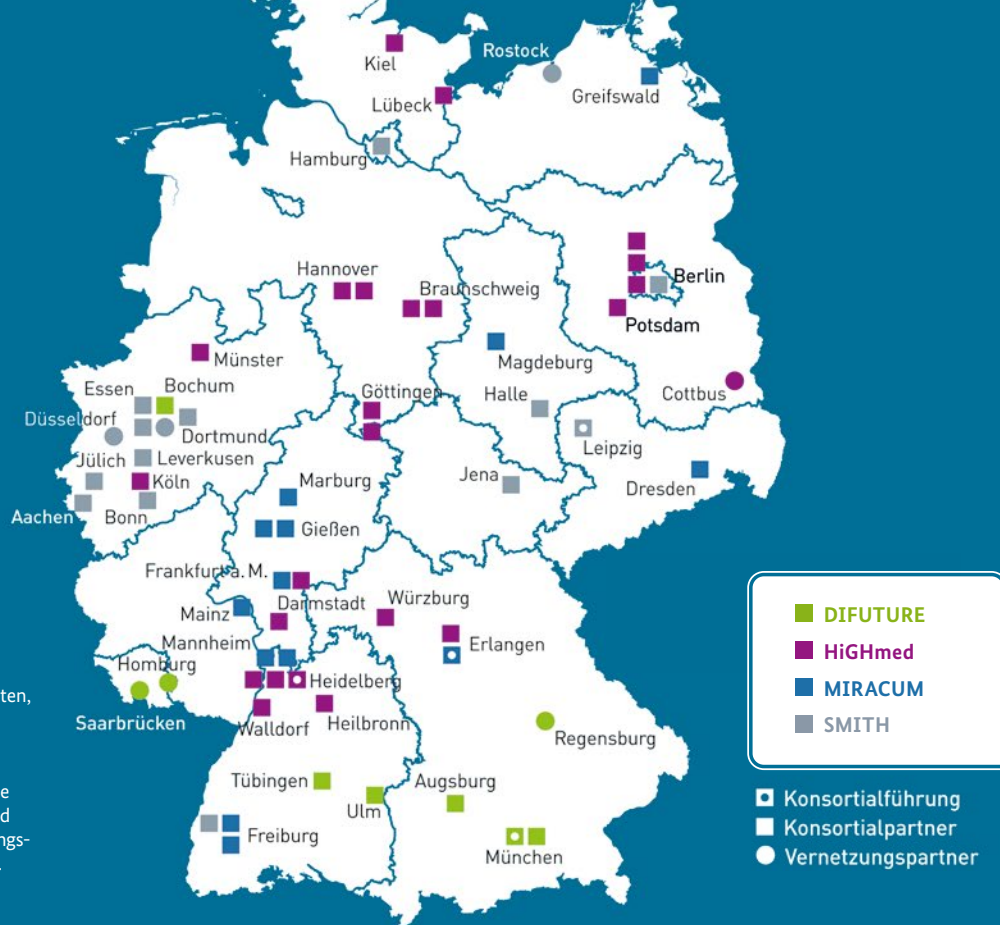
Die Forschungsförderung des BMBF will dazu beitragen, dass die Früchte der Digitalisierung im Gesundheitswesen auch in Deutschland geerntet werden können. Ein Kernelement ist dabei die Medizininformatik-Initiative oder MII. Das mehrphasige Förderprogramm soll Gesundheitsdaten aus medizinischen Einrichtungen für die Forschung zugänglich zu machen und setzt einen starken Impuls für den Aufbau eines digital vernetzten Gesundheitswesens. Die MII tut dies nicht im Alleingang, sondern in enger Abstimmung mit allen wichtigen gesundheits- und forschungspolitischen Akteuren.

Die Stärke der MII besteht darin, dass nicht nach ein paar Jahren Schluss ist. Es werden Strukturen etabliert, die später von den Universitätskliniken nachhaltig selbst betrieben werden sollen.



Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch, Lehrstuhl für Medizinische Informatik, Universität Erlangen-Nürnberg

Die MII startete im Jahr 2016. Nach einer Konzeptphase wurden vier Konsortien weitergefördert: DIFUTURE, HiGHmed, MIRACUM und SMITH. In diesen Konsortien finden sich alle deutschen Universitätskliniken wieder. Ihre Arbeit koordiniert ein Nationales Steuerungsgremium aus Vertreterinnen und Vertretern der Konsortien sowie eine Koordinierungsstelle aus Technologie- und Methodenplattform für die vernetzte medizinische Forschung (TMF), Medizinischem Fakultätentag und Verband der Universitätskliniken. Damit holt die MII zum ersten Mal die komplette deutsche Universitätsmedizin in Sachen Digitalisierung an einen Tisch.



In der Medizininformatik-Initiative bilden Universitätskliniken mit Forschungsinstituten, Hochschulen, Unternehmen und weiteren Krankenhäusern vier Konsortien. Gemeinsam wollen die Konsortialpartner die Versorgung der Patientinnen und Patienten verbessern. Vernetzungspartner unterstützten sie dabei.

In den ersten zwei Förderphasen wird bis Ende 2022 intensiv an den Rahmenbedingungen gearbeitet, ohne die eine digitale Vernetzung undenkbar ist:

- Einheitliche **Kerndatensätze** sorgen dafür, dass für die Forschung freigegebene Daten überall die gleiche inhaltliche Struktur aufweisen.
- Ein Eckpunktepapier zur **Interoperabilität** enthält Festlegungen zu Technik und Semantik unter Nutzung internationaler Standards.
- Einheitliche Prozesse für die Beantragung des Datenzugriffs und die Freigabe der Daten wurden abgestimmt und eine **Zentrale Antrags- und Registerstelle** geschaffen, die künftig als Zugangsportal für Forscherinnen und Forscher dienen wird.
- Eine einheitliche **Patienteneinwilligung** für eine breite, forschungsprojektübergreifende Datennutzung („Broad Consent“) wurde konzipiert und mit den Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder abgestimmt.

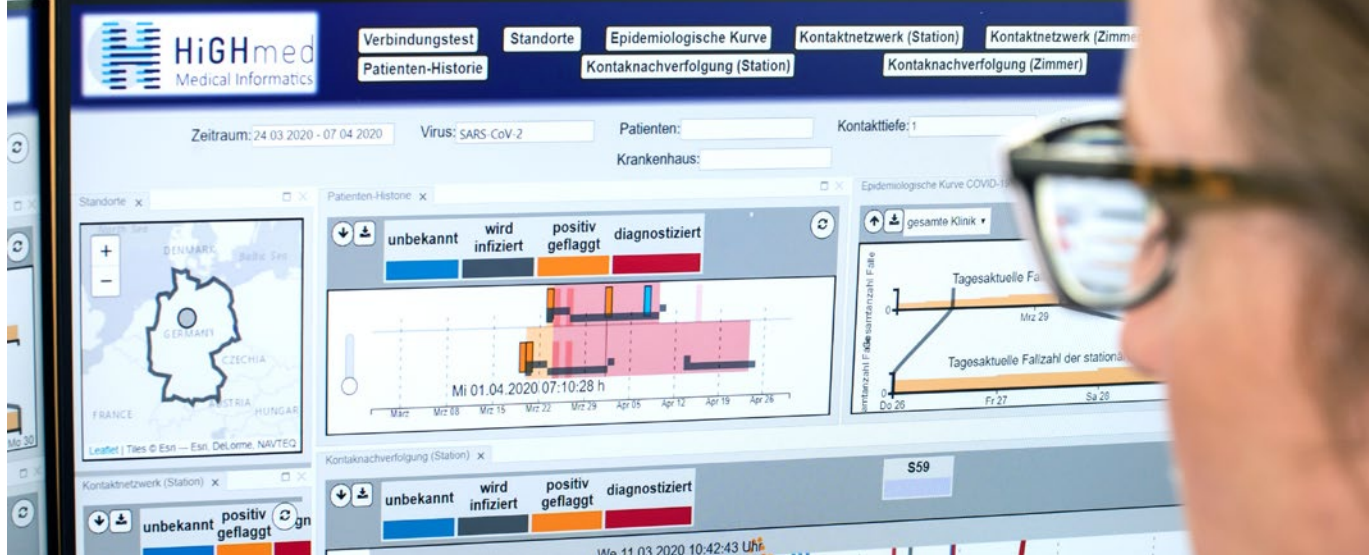
Diese Basisarbeiten bilden das Fundament der MII. Die so erzielte organisatorische, technische und inhaltliche Einheitlichkeit ermöglicht Anwendungen unterschiedlichster Art, die die Patientensicherheit verbessern, Versorgungsdefizite identifizieren oder klinische Studien und damit den therapeutischen Fortschritt beschleunigen. Den Nutzen der Medizininformatik zeigen die vier Konsortien in konkreten Anwendungsfällen oder „Use Cases“ auf. Zudem gibt es erste übergreifende Anwendungen, in denen alle Konsortien ihre Expertise bündeln.



### Forschung konkret: Tumorboard und Studienplattform

Im MIRACUM-Konsortium wurde ein digitales Tumorboard entwickelt, das bei Krebserkrankungen molekularbiologische und klinische Daten zusammenführt. „Es findet sehr großen Anklang und wird zunehmend auch von Universitätskliniken außerhalb unseres Konsortiums übernommen“, sagt **Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch** vom Universitätsklinikum Erlangen. Beim digitalen Tumorboard geht es um die Definition einheitlicher Datensätze, vor allem aber auch um die optimale Aufbereitung und Visualisierung dieser Daten. Dies soll Ärztinnen und Ärzten helfen, in jedem Einzelfall schnell die bestmögliche Therapieentscheidung zu treffen.

Nicht nur für die Krebsmedizin relevant ist die im MIRACUM-Konsortium vorangetriebene Plattform zur Unterstützung klinischer Studien. Sie zielt darauf ab, Patientinnen und Patienten zu identifizieren, die für geplante klinische Studien geeignet sind. „Die Studienplattform ist kurz vor der Fertigstellung. Ein erster Meilenstein ist, dass alle Kliniken Online-Register ihrer klinischen Studien aufgebaut haben, die wir MIRACUM-weit verknüpft haben. Die Studienplattform wird die Rekrutierung von Patienten, auch über mehrere Standorte hinweg, unterstützen und beschleunigen“, so Prokosch. Dadurch sollen Erfolge der Gesundheitsforschung künftig schneller bei den Menschen ankommen.



Im HiGHmed-Konsortium der MII informiert ein digitales Dashboard die Krankenhaushygiene, wann Krankenhausinfektionen – in diesem Fall COVID-19 – aufgetreten sind und wo Kontaktpunkte zwischen den Betroffenen waren. So können Ausbrüche schnell erkannt und eingegrenzt werden.

## Nachgefragt

### Wie schützt Digitalisierung vor Infektionen?

**Prof. Dr. Simone Scheithauer** ist Direktorin des Instituts für Krankenhaushygiene und Infektiologie, Universitätsmedizin Göttingen. Unter ihrer klinischen Leitung entwickelt das HiGHmed-Konsortium ein Frühwarnsystem zur Bekämpfung multiresistenter Krankenhauskeime. Das System wird weiterentwickelt, um auch Übertragungswege von SARS-CoV-2 aufzuspüren.

### Warum braucht die Krankenhaushygiene die Medizininformatik?

Krankenhausinfektionen sind klinisch hochrelevant. Wir gehen für Deutschland von 400.000 bis 600.000 Krankenhausinfektionen und 10.000 bis 15.000 Todesfällen pro Jahr aus. Das sind enorme Zahlen. Bis zu 50 Prozent dieser Infektionen sind vermeidbar. Krankenhaushygiene ist gelebte Prävention und damit wir darin noch besser werden, brauchen wir digitale Unterstützung.

### Was für Werkzeuge entwickeln Sie genau?

Wir interessieren uns im ersten Schritt für multiresistente, bakterielle Erreger wie MRSA. Hier arbeiten wir

an einer Software, die alle Informationen zu Krankheitserregern und Patientinnen und Patienten zusammenführt, inklusive ihrer Bewegungsdaten. So können wir Übertragungswege früh erkennen und Ausbrüche effektiver unterbinden.



Prof. Dr. Simone Scheithauer

### Wie hilft die MII dabei und was haben Patientinnen und Patienten davon?

Ziel ist es, Krankenhausinfektionen zu vermeiden. Das rettet Leben. Wenn wir solche Anwendungen im Rahmen einer normalen Projektförderung entwickeln würden, wäre das Resultat eine Insellösung. Die MII erlaubt es uns jedoch, Werkzeuge zu entwickeln, die überall einsetzbar sind. Damit können wir Infektionsketten über Einrichtungsgrenzen hinweg verfolgen und die Menschen besser vor Krankenhausinfektionen schützen.

### Erst forschen, dann umsetzen:

#### Evidenz schaffen für digitale Innovationen

Neben dem Aufbau digitaler Forschungsinfrastrukturen sind die gezielte Förderung digitaler Innovationen sowie die Etablierung einer datenunterstützten Medizin wichtige Anliegen des BMBF. Entscheidend dabei ist, digitale Anwendungen nicht einfach in der Versorgung zu platzieren, sondern ihre Chancen und Grenzen systematisch zu erforschen. Denn nur eine evidenzbasierte Herangehensweise schafft nachhaltigen Versorgungsnutzen für die Menschen.

Ein eindrucksvolles Beispiel für den Weg von Innovation über Evidenz bis zur Regelversorgung lieferte

das Projekt „Gesundheitsregion der Zukunft Nordbrandenburg – FONTANE“, das in der BMBF-Initiative „Gesundheitsregionen der Zukunft“ gefördert wurde. In diesem Projekt wurden Patientinnen und Patienten mit chronischer Herzschwäche zu Hause telemedizinisch betreut. Der Nutznachweis gelang mit einer randomisierten, kontrollierten Studie sehr überzeugend.

An dieser TIM-HF2 genannten Studie nahmen über 1.500 Patientinnen und Patienten teil, die zuvor wegen ihrer Herzschwäche im Krankenhaus behandelt wurden. Sie kommunizierten mit einem Telemedizinzentrum, das die ambulante Standardversorgung

ergänzte und das 24 Stunden am Tag, sieben Tage die Woche, als Ansprechpartner zur Verfügung stand. So wurden Vitalwerte wie Blutdruck, Körpergewicht und teils auch EKG übermittelt, ohne dass die Patientinnen und Patienten Arztbesuche und damit oft lange Anreisewege auf sich nehmen mussten. Am Ende zeigte sich, dass die so betreuten Personen eine um mehr als ein Viertel geringere Sterblichkeit hatten.

**Patienten fühlen sich durch die telemedizinische Betreuung im Alltag sicherer. Sie nehmen das medizinische Personal im Telemedizinzentrum als zusätzliche medizinische Betreuung aus der Ferne wahr, die sie jederzeit kontaktieren können und die auch einen positiven Lerneffekt im Selbstmanagement haben kann.“**

Judith Schleder, Fachkrankenschwester Anästhesie und Intensivmedizin; Pflegeexpertin für Herzinsuffizienz, Charité Berlin

Das überzeugte viele Kardiologinnen und Kardiologen, die Telemedizin in der Herzinsuffizienzversorgung fest zu verankern. Schon vor der Corona-Pandemie haben erste Krankenkassen entschieden, eine entsprechende Betreuung zu erstatten. Auch der Gemeinsame Bundesausschuss beschäftigt sich mit dem Thema. Der Weg in Richtung Regelversorgung ist gebahnt.

### Die gesellschaftliche Dimension im Blick

Bei Innovationen im Gesundheitsbereich – ob digitale Anwendungen, biotechnologische Verfahren oder neue diagnostische Methoden – geht es nicht nur um Technik und um Medizin. Innovation kann Auswirkungen auf das Individuum, sein Verhalten und seine Gedankenwelt haben. Sie kann auf gesellschaftlicher Ebene wirken, etwa wenn sie mit Erwartungshaltungen einhergeht. So können Fitness-Apps ein Ansporn sein, gesünder zu leben. Sie können aber auch dazu führen, dass bestimmte Verhaltensweisen erwartet – und digital dokumentiert – werden. Das wirft beispielsweise dann politische und ethische Fragen auf, wenn Krankenversicherer die so gesammelten Daten nutzen können. Die ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekte (ELSA) von Innovationen lassen sich nicht vollständig planen. Möglich ist aber eine vorausschauende Betrachtung. Dies gelingt durch die stark interdisziplinäre ELSA-Forschung, an der sich nicht nur Fachleute aus den Bereichen Naturwissenschaften und Ingenieurwesen, sondern auch aus den Geistes-, Sozial- und Rechtswissenschaften sowie aus der Ökonomie beteiligen. Die ELSA-Forschung wird vom BMBF im Bereich digitaler Gesundheitsinnovationen und auch im Bereich genomischer Medizin gefördert. So startete das BMBF 2016 ein eigenes, hoch dotiertes Nachwuchsförderprogramm, in dessen Rahmen drei Arbeitsgruppen bis zu sechs Jahre lang zu bioethischen Fragen interdisziplinär forschen.



#### KÖPFE UND KARRIEREN: VOM AUSSENSEITER ZUM FEUERWEHRMANN

##### Als Prof. Dr. Friedrich Köhler

um die Jahrtausendwende herum begann, sich für Telemedizin zu interessieren, war er in der Kardiologie ein Außenseiter. Auch in seiner eigenen Klinik, der Charité Berlin, konnten viele mit dem Thema nicht viel anfangen. Köhler ließ sich nicht beirren und konzipierte mehrere klinische Studien, um die optimale Zielgruppe und Methodik für die telemedizinische Betreuung bei Herzinsuffizienz herauszuarbeiten. Mit der TIM-HF2-Studie änderte sich der Status der Telemedizin



in der Kardiologie: An einer großen Multicenter-Studie, in der das Telemonitoring bei chronischer Herzschwäche die Sterblichkeit senkte, kam niemand mehr vorbei. Auch an der Charité wurde gehandelt: Ein eigener Arbeitsbereich Kardiovaskuläre Telemedizin entstand. Dann kam COVID-19 und das Telemedizinzentrum war plötzlich für die Betreuung jener Herzpatientinnen und -patienten unverzichtbar, bei denen Eingriffe verschoben werden mussten. Für Köhler war das auch eine persönliche Bestätigung: „Viele erkennen jetzt, dass wir einen wichtigen Beitrag leisten können. Wir werden nach COVID-19 nicht mehr über die Akzeptanz der Telemedizin reden, sondern nur noch über die konkrete Umsetzung.“

## Nachgefragt

### Warum müssen ethische Aspekte digitaler Innovationen erforscht werden?

**PD Dr. Verina Wild** ist kürzlich auf die Professur für Ethik der Medizin an die Universität Augsburg berufen worden. Sie leitet das BMBF-Projekt „META – mHealth: Ethische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte“.

### Wie genau nähern Sie sich den ethischen Dimensionen mobiler Gesundheitsanwendungen?

Wir arbeiten als interdisziplinäres Team mit empirischen und theoretischen Methoden zu Mobile Health, kurz mHealth, also Apps, Wearables oder Sensoren. Auf der individuellen Ebene diskutieren wir zum Beispiel Fragen der Datenströme und was hier eigentlich eine „informierte Einwilligung“ der Nutzenden ist oder sein könnte. Wir erforschen auch, wie sich das Selbstverständnis von Patientinnen und Patienten ändert, wenn Wissen durch Sensortechnologie, Social Media und digitale Aufbereitung anders erworben und geteilt werden kann. Wir sehen hier auch eine Kompetenzerweiterung mancher Nutzenden mit Folgen für die Medizin und die



PD Dr. Verina Wild

ärztliche Rolle. Auf gesellschaftlicher Ebene geht es um Eigenverantwortung und Solidarität: Wenn eine Anwendung Eigenverantwortung bei der Prävention belohnt, stellt sich die Frage, wer dazu die Möglichkeiten hat. Mehr Eigenverantwortung kann wünschenswert sein, aber auch zu Diskriminierung führen.

### Wie lässt sich solchen Fallstricken entgegenwirken?

Unsere Vision ist, dass Ethik und IT-Entwicklung eng verzahnt werden. Die Ethik sollte im gesamten Prozess mitgedacht werden, von der Idee über die Gestaltung von Nutzeroberflächen bis zum Training von Algorithmen. Es ist klar, dass das mühsam ist, schon weil die daran beteiligten Fächer unterschiedliche Sprachen sprechen. Trotzdem ist es wichtig.

### Was bedeutet die META-Förderung für Sie als Wissenschaftlerin?

Sie ist ausgesprochen wichtig. Es ist sehr selten, dass es in der Nachwuchsförderung eine so offene und so langfristig angelegte Ausschreibung gibt. Gerade die interdisziplinäre Arbeit profitiert davon stark, wir alle lernen viel voneinander. Ich kann mir gut vorstellen, dass das META-Projekt auch zu meinem Ruf an die Universität Augsburg beigetragen hat. Dort werden wir unsere Arbeit weiterführen, hoffentlich bis 2024.

### Ausblick

Digitale Gesundheitsinnovationen werden auch künftig ein Schwerpunkt der Forschungsförderung des BMBF sein. So wird die MII in den Jahren 2023 bis 2026 in ihre Ausbau- und Erweiterungsphase gehen: Die an den Universitätskliniken entwickelten IT-Lösungen und Anwendungsfälle werden dann in Richtung Versorgungskrankenhäuser und Arztpraxen erweitert. Eine wichtige förderpolitische Maßnahme sind dabei die „Digitalen FortschrittsHubs Gesundheit“, die auf den pilothaften Einsatz digitaler Anwendungen zielen, sowohl im stationären als auch im ambulanten Bereich.

Damit künftig auch die Gesundheitsforschung Daten aus elektronischen Patientenakten (ePA) nutzen kann,

müssen entsprechende Standards sowie operative, inhaltliche und technische Schnittstellen erarbeitet werden. Auch hier spielt die MII eine Schlüsselrolle. Ihre Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten dabei eng mit den verantwortlichen Akteuren im Gesundheitswesen zusammen – damit bei der ePA der Austausch zwischen Daten aus Versorgung und Forschung von Anfang an mitgedacht wird. Für innovative digitale Technologien, beispielsweise künstliche Intelligenz, ist die Gesundheitsversorgung ein wichtiger Einsatzbereich. Hier werden sie erprobt und für die Anwendung in Forschung und Versorgung weiterentwickelt. Dabei spielen Datenschutz und Datensicherheit eine herausragende Rolle.

# Genomforschung und Systemmedizin: Das große Ganze im Blick

Die erste komplette Sequenzierung eines menschlichen Genoms ist rund zwei Jahrzehnte her. Heute analysiert die Wissenschaft auch die Gesamtheit aller Eiweiße, Stoffwechselprozesse und mikrobiellen Besiedelungen des Menschen. Zunehmend dominiert dabei ein ganzheitlicher Ansatz: Aus der „genomischen Medizin“ ist eine „Systemmedizin“ geworden, bei der Forscherinnen und Forscher das Schubladendenken in Erkrankungskategorien und separierten Forschungsfeldern überwinden. Ziel ist eine medizinische Versorgung, die die Komplexität der molekularen Systeme und ihre individuellen Variationen angemessen berücksichtigt.

Schon als 2001 das menschliche Genom entschlüsselt wurde, haben weitsichtige Menschen darauf hingewiesen, dass dieser Forschungserfolg nur ein Schritt einer langen Forschungsreise sein würde. Das BMBF hat diese Reise von Beginn an begleitet. So legte das von 2001 bis 2013 mit über 600 Millionen Euro geförderte Nationale Genomforschungsnetz (NGFN) den Grundstein für eine erfolgreiche Genomforschung in Deutschland. Kennzeichen der „genomischen Medizin“ ist, dass sie mit modernen Hochdurchsatzverfahren ein breites Spektrum genomischer Parameter erfasst und analysiert. Im Laufe der Jahre erkannten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, dass neben den Genen zahlreiche weitere Faktoren die elementaren Lebensprozesse des Menschen beeinflussen. Entsprechend werden heute im Rahmen der „Omics“-Forschung nicht nur Gene, sondern beispielsweise auch Eiweißmoleküle („Proteomics“) und Produkte des Zellstoffwechsels („Metabolomics“) systematisch erfasst. Als weiteres Thema hat sich die Erforschung der mikrobiellen Besiedelung des Menschen („Microbiomics“) etabliert. Für die Erforschung der komplexen Interaktionen dieser unterschiedlichen Bereiche hat sich der Begriff der Systembiologie etabliert. Wie sich systembiologische Erkenntnisse für eine Verbesserung der medizinischen Versorgung konkret nutzen lassen, ist Gegenstand der Systemmedizin. Das 2013 gestartete Forschungsprogramm Systemmedizin (e:Med) finanziert quer durch die Disziplinen systemorientierte, translatio-

nale Forschung. Wesentliche Maßnahmen sind die Entwicklung computergestützter Analyseverfahren und die Etablierung großer Daten- und Biobanken, die über Einzelprojekte hinaus langfristig helfen werden, Krankheiten besser zu verstehen und zu behandeln.

## Genomforschung: Seltene Erkrankungen besser verstehen


Ein gutes Beispiel für die Genomforschung und den Nutzen einer staatlichen Förderung in diesem Bereich bieten die Seltenen Erkrankungen, die nach EU-Definition höchstens eine von zweitausend Personen betreffen. Das klingt nicht viel, aber da es mehr als 6.000 Seltene Erkrankungen gibt, betreffen sie nicht wenige Menschen – allein in Deutschland sind es rund vier Millionen.

Im Jahr 2003 richtete das BMBF einen Förderschwerpunkt zu Seltenen Erkrankungen ein. Seither unterstützt es kontinuierlich Forschungsverbände in diesem Bereich. Aktuell sind es elf nationale Verbände, die unter anderem nach genetischen Krankheitsursachen fahnden und daran arbeiten, die gewonnenen Erkenntnisse für die klinische Praxis nutzbar zu machen. Denn rund 80 Prozent aller Seltenen Erkrankungen haben genetische Ursachen. Diese sind oft noch unbekannt. Forschung zu Seltenen Erkrankungen kann auch dazu beitragen, andere – häufigere – Erkrankungen besser zu verstehen, weil oft grundlegende biologische Prozesse erforscht werden.

Die Koordinierungsstelle für die Forschungsverbände Seltene Erkrankungen stärkt deren Zusammenarbeit zu wichtigen Themen, die alle Seltenen Erkrankungen betreffen – vom Krankheitsregister bis zur Patientenbeteiligung oder internationalen Kooperationen. Das ist auf dem Gebiet Seltener Erkrankungen besonders wichtig. Denn hier müssen Akteure aus vielen Disziplinen, die ansonsten wenig Berührungspunkte haben, voneinander lernen und Synergien schaffen.



Prof. Dr. Thomas Klopstock,  
Friedrich-Baur-Institut, Neuro-  
logische Klinik, LMU München



Für die Sequenzierung des Genoms gibt es viele Methoden, nicht immer ist das Ergebnis so bunt. Klar ist: Unsere Erbsubstanz enthält viel Information – und die lässt sich für die Behandlung von Krankheiten nutzen.

Die Klärung der genetischen Grundlagen verbessert das Verständnis der Krankheitsmechanismen. Das wiederum kann sich in neuen Therapieansätzen niederschlagen, die bei vielen Seltenen Erkrankungen dringend gesucht werden. Wie Grundlagenforschung zu einer Therapie führen kann, verdeutlicht unter anderem das Beispiel des Brown-Vialeto-Van Laere-Syndroms. Hier konnte im Rahmen des mitoNET-Verbunds ein Defekt im zellulären Transport von Vitamin B<sub>2</sub> (Riboflavin) als ursächlich identifiziert werden. Dies eröffnete die Therapieoption einer Hochdosis-Behandlung mit Riboflavin, von der

die betroffenen Patienten deutlich profitieren.

Ein zentraler Bestandteil praktisch aller Verbünde zu Seltenen Erkrankungen ist der Aufbau von Patientenregistern. Sie dienen unter anderem dazu, den Verlauf der Erkrankungen besser zu verstehen und Therapiestudien zu erleichtern. Viele „logistische“ Anforderungen im Hinblick auf Genomanalyse, Aufbau von Biobanken und Management von Registern sind bei verschiedenen Seltenen Erkrankungen ähnlich. Daher unterstützt eine Koordinierungsstelle die Forschungsverbünde bei übergreifenden Aufgaben.

## Nachgefragt

### „Wir stehen international sehr gut da“

**Prof. Dr. Thomas Klopstock** ist Neurologe am Friedrich-Baur-Institut der Neurologischen Klinik der LMU München. Er leitet den Verbund „Deutsches Netzwerk für mitochondriale Erkrankungen“ (mitoNET) und ist Sprecher des Sprecherrats Forschungsverbünde für Seltene Erkrankungen.

#### Was genau sind mitochondriale Erkrankungen?

Mitochondriale Erkrankungen sind vererbare Krankheiten, bei denen die Mitochondrien, also die Kraftwerke der Zellen, nicht richtig funktionieren. Wir kennen heute ungefähr 350 verschiedene mitochondriale Erkrankungen. Die Symptome und der Zeitpunkt des Erkrankungsbeginns können sehr unterschiedlich sein. Das macht es schwierig, diese Erkrankungen zu erkennen.

#### Was haben Sie im BMBF-geförderten mitoNET-Verbund erreicht?

Wir haben durch den Einsatz modernster Gensequenzierungsmethoden bei vielen Patientinnen und Patienten mit zunächst ungeklärten Krankheiten eine Diagnose stellen können und dabei mehr als vierzig

neue Krankheitsgene entdeckt. Das ist schon enorm, denn jedes Gen liefert ja auch einen neuen Krankheitsmechanismus und damit Ansatzpunkte für neue Behandlungen. Aktuell versuchen wir, die mitochondrialen Erkrankungen zu verstehen, deren Ursachen wir bisher noch nicht kennen.

#### Wie wird die deutsche Forschung bei diesem Thema international wahrgenommen?

Das mitoNET ist international Vorreiter hinsichtlich Register und Biobank für mitochondriale Erkrankungen. Aktuell stehen wir kurz vor Eröffnung eines globalen Registers ([www.GENOMIT.eu](http://www.GENOMIT.eu)), ebenfalls unter Federführung des mitoNET. Hier haben wir bereits zahlreiche Anfragen von Ländern, die sich gerne anschließen wollen. Auch im Bereich der Genforschung und der Multi-Omics-Forschung ist das mitoNET international sehr anerkannt. Nicht zuletzt legen wir sehr viel Gewicht auf die Therapie der Patientinnen und Patienten und sind weltweit einer der Hauptansprechpartner, wenn klinische Studien geplant werden. Hier gibt es eine beeindruckende Pipeline von Ideen und wir werden in den nächsten Jahren in der internationalen Zusammenarbeit viele neue Therapieansätze testen.



### Forschungsplattformen für die Systemmedizin

Kooperative Strukturen werden auch in der systemmedizinischen Forschung aufgebaut – zum Beispiel im Nachwuchsbereich. So fördert das BMBF im e:Med-Programm seit 2013 siebzehn Verbände von Arbeitsgruppen junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Auch hier geht es um Synergien, sodass nicht jede Arbeitsgruppe methodisch bei null starten muss.

So arbeiten im coNfirm-Verbund mehrere Junior-Forschungsgruppen mit kardiologischem Fokus zu den Themen Vorhofflimmern, Herzinsuffizienz und Myokardinfarkt. Sie entwickelten gemeinsam eine Methodikplattform, die von der Datenanalyse bis zur experimentellen Validierung in Tiermodellen und am Menschen ein breites Methodenspektrum umfasst. Mehrere Bioinformatikgruppen widmen sich unterschiedlichen Aspekten der Datenanalytik, die für verschiedene Krankheitsbilder relevant sind. Außerdem wurden Standards für den Datenaustausch und Datenschutz etabliert.

### Genomik und Systemmedizin bei Krebs

Inhaltlich dreht es sich bei systemmedizinischer Forschung oft um das Aufspüren neuer Biomarker für Früherkennung, präzisere Diagnostik oder gezieltere Therapie. Das gilt auch für die krebsbezogene Forschung, die besonders stark von den umfangreichen Kapazitäten der Genomsequenzierung in Deutschland profitiert. Erster Forschungsschritt ist in der Regel die genomische Analyse des Tumors. Hier müssen Fachleute aus Medizin, Biologie und Informatik sowie Data Scientists eng kooperieren. In einem ersten Schritt werden Genveränderungen identifiziert, die mit Tumorentstehung oder Tumorstadium zusammenhängen können. Bestätigt sich dieser Zusammenhang, wird geprüft, ob die entdeckten Biomarker für die Diagnose oder Behandlung nützlich sind. Auf diese Weise wurden in den vergangenen zehn Jahren viele neue, auf die individuelle Tumorerkrankung abgestimmte Krebstherapien entwickelt.

Ich wurde positiv getestet auf die ROS1-Translokation. Und es gab ein vielversprechendes Medikament. Die Wirkung war spektakulär: Nach zwei Monaten war keine Tumoraktivität mehr nachweisbar und dies ist seit nunmehr acht Jahren unverändert der Fall.

Bärbel Söhlke, Lungenkrebspatientin,  
Mitgründerin des Vereins ZIELGENAU

Konkrete Beispiele für diese Art der Krebsforschung liefern BMBF-geförderte Arbeiten im Bereich von Krebserkrankungen bei Kindern sowie beim Prostatakrebs. So konnte Prof. Dr. Stefan Pfister vom Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg im Rahmen einer BMBF-geförderten Beteiligung am Internationalen Krebsgenomkonsortium (ICGC) eine Reihe von Genmutationen identifizieren, die für Hirntumoren bei Kindern relevant sind. Das hilft bei der Risikoabschätzung. Es zeigte sich aber auch, dass viele der Genveränderungen Angriffspunkte für bereits existierende Krebsmedikamente sind, die jetzt bei Kindern gezielt untersucht werden.

Ebenfalls im Rahmen des ICGC hat die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Thorsten Schlomm von der Klinik für Urologie der Charité Berlin ein auf genomischen Markern basierendes Risikomodell für den Prostatakrebs entwickelt. Die Patienten profitieren davon unmittelbar: Bei niedrigem Risiko können sie schonender behandelt werden und erreichen eine bessere Lebensqualität.

### Ethische Dimensionen müssen miterforscht werden

Je größer unser Wissen um die genetischen Grundlagen von Erkrankungen wird, umso mehr rücken Therapien in den Fokus, die Krankheiten auf genetischer Ebene behandeln. Viel von sich reden gemacht hat zuletzt ein neues Verfahren der Gentherapie, die Behandlung mit genetisch veränderten Immunzellen, den CAR („Chimeric Antigen Receptor“)-T-Zellen. Sie wird bei unterschiedlichen schweren Erkrankungen klinisch erprobt. Erste Therapien sind bereits zugelassen. Erleichtert werden genetische Therapieverfahren durch die „Genschere“ CRISPR/Cas9, die sehr präzise, punktuelle Veränderungen der Erbsubstanz ermöglicht. Dass sich dabei nicht nur technische Fragen stellen, ist offensichtlich. Deswegen fördert das BMBF die vorausschauende Betrachtung möglicher ethischer, rechtlicher und sozialer Aspekte (ELSA) von Innovationen in der genomischen Medizin. Die Ergebnisse dieser Förderung wurden unter anderem in einer Dialogkonferenz zur Genom-Editierung öffentlich präsentiert. Sie finden auf vielen Wegen Eingang in Stellungnahmen relevanter Gremien, in medizinische Leitlinien und in die Politikberatung.

### Ausblick

In den kommenden Jahren wird es eine große Zahl an medizinischen Innovationen geben, die auf Erkenntnissen der genomischen und systemmedizinischen Forschung basieren. Dies betrifft unter anderem gezielte Pharmakotherapien und unterschiedliche immunthe-

rapeutische Ansätze. Das BMBF wird die Fördermaßnahmen zur Systemmedizin weiter ausbauen, damit es bei immer mehr Erkrankungen bessere Diagnosestrategien und Behandlungskonzepte gibt, die den individuellen Unterschieden und der Komplexität der Biologie Rechnung tragen. In diesem Zusammenhang startete beispielsweise im Jahr 2020 die neue BMBF-Fördermaßnahme „Translationsprojekte Personalisierte Medizin“. Sie zielt darauf ab, personalisierte Behandlungsansätze bei möglichst vielen wichtigen Erkrankungen oder Erkrankungsgruppen voranzutreiben und schneller in die klinische Anwendung zu bringen. Das ist nicht zuletzt deswegen geboten, weil die molekulargenetische Personalisierung bisher stark durch die Krebsforschung dominiert war, künftig aber weit darüber hinaus bedeutsam sein wird. So werden personalisierte Therapiestrategien unter anderem bei vielen entzündlichen Erkrankungen erforscht, etwa chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen, aber auch bei Stoffwechselerkrankungen wie dem Diabetes mellitus, bei kardiovaskulären Erkrankungen und bei chronischen neurologischen Erkrankungen.



### Forschung konkret: SMOOSE-Projekt: Mechanismen besser verstehen, Krebs effektiver bekämpfen

Wie translationale, systemmedizinische Forschung bei Krebs konkret funktioniert, zeigt das von **Prof. Dr. Roman Thomas** von der Abteilung für translationale Genetik an der Universität



zu Köln koordinierte SMOOSE-Projekt. Ziel ist eine Verbesserung der Versorgung bei Lungenkrebs und Neuroblastom: „Für eine solche Forschung reicht es nicht, einfach nur ein Sequenzierungsprojekt zu fördern“, so Thomas. „Es muss auch die zellbiologische Forschung abgebildet werden. Das gelingt in der deutschen Förderlandschaft mittlerweile sehr gut. Das BMBF hat hier ganz wichtige Impulse gegeben.“

Der translationale Ansatz im SMOOSE-Projekt hat bei beiden Tumoren zur Entdeckung von Biomarkern geführt, die die Krebsversorgung verbessern. Dazu zählt die NRG1-Genfusion, die als eine auslösende Mutation beim kleinzelligen Lungenkrebs identifiziert wurde. Erste klinische Studien haben bereits gezeigt, dass gezielte Medikamente einen deutlichen therapeutischen Nutzen haben, wenn die entsprechende Mutation vorliegt.

Beim Neuroblastom konnte anhand des Erbguts von mehr als 400 Kindern mit diesem Tumor gezeigt werden, dass bei schweren Krankheitsverläufen oft das Enzym Telomerase falsch reguliert ist. Die Telomerase spielt bei der Zellalterung eine wichtige Rolle. Neuroblastome, bei denen der Telomerase-Mechanismus intakt ist, sind weniger aggressiv: „Damit können wir den Krankheitsverlauf besser vorhersagen und hoffentlich zukünftig nebenwirkungsärmere und effektivere Therapien entwickeln“, so Thomas. Es spricht einiges dafür, dass der im SMOOSE-Projekt entdeckte Telomerase-Defekt ein fundamentaler Mechanismus bei der Tumorentwicklung sein könnte. Deswegen wird jetzt untersucht, ob er auch bei anderen Tumoren vorkommt.





## Die NAKO Gesundheitsstudie

**Was macht uns krank und wie bleiben wir gesund? Um das von Grund auf besser zu verstehen, ist es nötig, möglichst viele Menschen über lange Zeiträume hinweg zu begleiten. Genau dafür gibt es die NAKO Gesundheitsstudie. Sie wird einen wahren Schatz an Daten und Biomaterialien zur Verfügung stellen, den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler noch jahrzehntelang für die medizinisch-epidemiologische Forschung werden nutzen können.**

Es ist gar nicht so einfach mit Krankheit und Gesundheit. Manchmal wissen wir genau, was uns krank macht, etwa wenn wir uns bei einem Kind mit Windpocken anstecken. Oft ist die Sache aber nicht so klar. Wenn wir an Diabetes, einer chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung oder einem Herzinfarkt erkranken, kann das viele Ursachen haben – genetische Veranlagungen, aber auch das soziale Umfeld, die Ernährung, unser Risikoverhalten und vieles mehr.

### Was epidemiologische Forschung leisten kann

Licht in diese Zusammenhänge bringen kann die epidemiologische Forschung. Sie tut dies mithilfe sogenannter Bevölkerungskohorten, bei denen Forschende eine große Zahl von Probandinnen und Probanden über Jahre begleiten. Den Belangen des Datenschutzes wird dabei selbstverständlich Rechnung getragen.

Ein Beispiel ist die SHIP-Studie. SHIP steht für „Study of Health in Pomerania“. 8.700 Frauen und Männer aus Vorpommern werden regelmäßig medizinisch und zahnmedizinisch untersucht. Diese Studie führt seit über 20 Jahren zu immer neuen Forschungsergebnissen. Viele Hundert Forscherinnen und Forscher haben mittlerweile mit dem SHIP-Datensatz gearbeitet – und zahlreiche spannende Zusammenhänge identifiziert. Sie konnten beispielsweise zeigen, dass Zahnfleischschwund (Parodontose) das Risiko erhöht, einen Herzinfarkt zu erleiden, und dass Menschen mit Gefäßverkalkung (Atherosklerose) eher Gefahr laufen, Schilddrüsenknoten zu entwickeln. Dieses Wissen kann dabei helfen, gezielte Präventionskonzepte zu entwickeln. Regionale epidemio-

logische Kohorten gibt es in Deutschland mehrere, neben SHIP zum Beispiel die MONICA- und KORA-Kohorten in Bayern. Was es bisher nicht gab, war eine umfassende und deutschlandweite Kohorte. Genau hier setzt die im Jahr 2013 gestartete NAKO Gesundheitsstudie an. Sie ist wesentlich umfangreicher als regionale Kohorten und zielt auf das gesamte Spektrum der Volkskrankheiten ab. Das erlaubt Analysen, die mit kleineren Kohorten kaum möglich sind. So können Forschende zum Beispiel die Interaktion zwischen genetischen Veranlagungen und Umweltfaktoren viel genauer herausarbeiten.

Mehrere Stunden Untersuchung sind lang, aber ich habe trotzdem gern mitgemacht. Es ist spannend, Forschung mal aus dieser Perspektive zu sehen, und es ist ja auch ein Check-up für mich.

Mira Choi, Berlin, Probandin bei der NAKO Gesundheitsstudie

### Ausblick

Die NAKO Gesundheitsstudie durchläuft bis 2023 ihre zweite, fünfjährige Förderphase. Diese Kohorte wird einen stetig wachsenden Datenschatz bereitstellen, der über Jahrzehnte für die Forschung genutzt werden kann und zu vielen neuen Erkenntnissen führen wird. Aktuell wird intensiv an der Qualitätssicherung der schon jetzt immensen Datensätze gearbeitet. Damit wird es möglich sein, die epidemiologische Schatzkammer der NAKO für verschiedenartige wissenschaftliche Auswertungen zur Verfügung zu stellen.

## Nachgefragt

### „Wir stehen erst ganz am Anfang“

Was macht die NAKO Gesundheitsstudie so einzigartig? Wie hat sich die COVID-19-Pandemie auf die Studie ausgewirkt? Und gibt es schon erste Ergebnisse?

**Prof. Dr. Annette Peters**, Direktorin des Instituts für Epidemiologie am Helmholtz Zentrum München und Vorsitzende des fünfköpfigen Vorstands der NAKO Gesundheitsstudie, gibt Antworten.

### Was ist das Besondere an der NAKO Gesundheitsstudie?

Die NAKO hat drei Alleinstellungsmerkmale. Zum einen sammeln wir Bioproben mit extrem hohem Qualitätsstandard. So verschicken wir – anders als andere große Studien – unsere Bioproben unter Einhaltung der Kühlkette, was viele molekulare Analysen erlaubt. Ein zweiter Aspekt ist die Bildgebung. Wir dokumentieren sehr viele Ultraschalldatensätze und Ganzkörper-MRTs. Und drittens berücksichtigen wir den Altersbereich von 20 bis 40 Jahren und damit auch jüngere Menschen.

### Wie sieht NAKO-Forschung konkret aus? Menschen an Computern vor Suchmasken und vielen Filtern?

NAKO-Forschung bedeutet, über den Daten zu schwitzen. Stand Herbst 2020 geht es noch sehr viel um Korrekturen und Qualitätskontrollen. Gleichzeitig starten aber auch die ersten Auswertungen. So widmen sich Kolleginnen und Kollegen beispielsweise den erfassten Bilddaten oder sie schreiben Maschinenlernalgorithmen, welche die bei einem Teil der NAKO-Kohorte im Schlaf erfassten Bewegungsmuster analysieren.

### Wie ist der wissenschaftliche Output? Auf Ihrer Website sind ja schon viele wissenschaftliche Veröffentlichungen gelistet.

Das ist erst der Anfang. Prospektive epidemiologische Forschung ist nicht auf schnelle Publikationen ausgelegt. Wir arbeiten mit einem Horizont von Jahrzehnten. In der Augsburger KORA-Kohorte entstehen bei 18.000 Teilnehmenden etwa 100 bis 200 Publikationen pro Jahr. Die NAKO ist mehr als zehnmals so groß, da werden wir andere Dimensionen erreichen.

### Was finden Sie besonders spannend?

Wir sehen an den NAKO-Daten zum Beispiel, dass Männer häufiger Asthma bronchiale haben als Frauen und dass die Erkrankung heutzutage früher anfängt als noch vor 50 Jahren. Jetzt stellt sich die spannende Frage: Warum ist das so – und was können wir dagegen tun?

Erwähnen möchte ich auch noch die COVID-19-Analysen. Wir haben über einen Fragebogen zum Beispiel Daten zur Stress- und Angstbelastung erfasst und werden sehen können, ob das langfristige Folgen haben wird.



Prof. Dr. Annette Peters

### Ist die NAKO Gesundheitsstudie bevölkerungsrepräsentativ?

Repräsentativität ist bei diesen Großstudien schon immer ein Problem. Insbesondere sozial benachteiligte Gruppen sind tendenziell unterrepräsentiert. Auch die Bereitschaft zur Teilnahme ist seit Mitte der 1980er Jahre stark gesunken. Umso mehr freuen wir uns über alle, die mitmachen, und umso mehr freue ich mich über die Zusammensetzung unserer Kohorte. Wir haben zum Beispiel 15 Prozent Menschen mit Migrationshintergrund, was nah an den 17 Prozent ist, die wir in Deutschland insgesamt haben. Hier liegen wir also wirklich sehr gut.

## Die NAKO Gesundheitsstudie in Zahlen



Rund **205.000 Bürgerinnen und Bürger** aus ganz Deutschland nahmen teil und erhielten eine Erstudienuntersuchung, die bis zu **6,5 Stunden** dauerte.

Knapp **40.000 Studienteilnehmende** wurden bereits ein zweites Mal untersucht.



**20 bis 30 Jahre** geplante Nachbeobachtungszeit.

Über **35.000-mal** wurde eine Magnetresonanztomografie (MRT) des kompletten Körpers durchgeführt.



**18 Studienzentren** sind beteiligt und arbeiten strikt nach standardisierten Protokollen.

Über **16.000.000 Bioproben** im zentralen Lager, ergänzt durch viele weitere Proben an den unterschiedlichen Studienstandorten (Stand Oktober 2020)



Rund **160.000 Teilnehmende** beantworteten während der coronabedingten Lockdown-Maßnahmen einen zusätzlichen Fragebogen.



# *Was wirkt wirklich? Und was nicht?*

Gesundheitsforschung zielt darauf ab, Patientinnen und Patienten besser zu versorgen oder – in der Prävention – Erkrankungen effektiver zu verhindern. Ein unverzichtbares Werkzeug dabei sind klinische Studien, die neue Therapien, Diagnoseverfahren oder Präventionskonzepte gezielt auf ihre Wirksamkeit hin überprüfen. Genauso wichtig ist eine zweite Form der klinischen Forschung, die Versorgungsforschung. Sie hilft dabei, Versorgungslücken zu identifizieren und Ansatzpunkte für Maßnahmen zu finden, die eine noch bessere und effizientere Gesundheitsversorgung ermöglichen.

Klinische Studien und Studien in der Versorgungsforschung sind zentrale Forschungsinstrumente, um in der Gesundheitsversorgung Verbesserungen zu erreichen, die unmittelbar bei Patientinnen und Patienten ankommen. Das BMBF fördert klinische Studien und die Versorgungsforschung deswegen sehr umfangreich. Dies geschieht sowohl durch eigene, auf klinische Studien beziehungsweise Versorgungsforschung fokussierte Förderprogramme als auch im Rahmen sonstiger Projektförderung und Strukturförderung.

**Gesundheitsforschung umfasst ein breites Spektrum an Forschungsaktivitäten. Grundlagenforschung im Labor will fundamentale biologische Zusammenhänge verstehen und Krankheitsmechanismen aufklären. Einen Schritt weiter in Richtung Patientenversorgung geht die translationale Forschung. Ihr Ziel ist es, oft schon im Labor, aus Erkenntnissen der Grundlagenforschung neue diagnostische oder therapeutische Konzepte für die medizinische Versorgung zu entwickeln. Viel näher dran am Menschen ist die klinische Forschung. Ihre großen Themen sind Prävention, Diagnose und Behandlung: Welche Therapie hilft Patientinnen und Patienten mit Herzschwäche am besten? Wie können Menschen mit Darmkrebs früher erkannt werden? Warum sterben Menschen in einer Region häufiger an Herzinfarkt als in einer anderen? Sind Antibiotika oder pflanzliche Wirkstoffe besser geeignet für die Behandlung bei Atemwegsinfektionen? Das alles sind typische Fragen, die nur die klinische Forschung beantworten kann. Ihr stehen dafür zwei unterschiedliche Methoden oder Forschungsansätze zur Verfügung: die klinische Studie und die Versorgungsforschung.**

### Was sind klinische Studien?

Klinische Studien sind Forschungsprojekte unter direkter Einbeziehung von Patientinnen und Patienten: Sie folgen einem festen Studienplan, der im Vorfeld neben der zu prüfenden Maßnahme auch die Erfolgskriterien und die Art der statistischen Auswertung definiert. Als bestmögliche Variante einer klinischen Studie gilt die randomisierte, kontrollierte, doppelblinde Studie. Dabei werden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer entweder der neuen, zu prüfenden Behandlung oder der bisherigen Behandlung beziehungsweise einer Placebo-Behandlung zugelost. Selbst der forschende Arzt oder die forschende Ärztin wissen bei einer Doppelblindstudie nicht, wer sich in welcher Gruppe befindet.

Das Ganze hat einen strengen Rahmen: Klinische Studien müssen von einer Ethikkommission genehmigt werden. Sie müssen juristische Vorgaben erfüllen und klare Abbruchkriterien haben, damit niemandem geschadet wird. Zu vielen Fragestellungen gibt es nicht nur eine, sondern mehrere klinische Studien. In solchen Fällen sorgen systematische Übersichtsarbeiten und statistische Metaanalysen für Durchblick. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sind auch eine wichtige Grundlage für medizinische Leitlinien, die eine bestmögliche Versorgung der Menschen nach dem aktuellen Stand der Forschung gewährleisten sollen.

### Unabhängige klinische Studien als tragender Pfeiler der Forschungslandschaft

Die meisten klinischen Studien werden von pharmazeutischen oder medizintechnischen Unternehmen durchgeführt und finanziert. Doch auch das BMBF unterstützt klinische Studien: Insgesamt wurden in den vergangenen zehn Jahren im Förderschwerpunkt klinische Studien mehr als 100 solcher Studien gefördert. Hinzu kommen weitere, die in anderen Förderschwerpunkten des Gesundheitsforschungsprogramms gefördert werden oder die im Kontext der institutionel-

len BMBF-Förderung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern initiiert werden, sowie mehr als 100 systematische Übersichtsarbeiten.

Eine solche unabhängige Förderung ist aus zwei Gründen wichtig. Zum einen gilt es in Zeiten, in denen viele klinische Studien international stattfinden, eine hohe Expertise für klinische Studien auch in Deutschland

„Arzneimittelforschung darf nicht ausschließlich kommerziell sein. Viele wichtige Fragen lassen sich nur in unabhängig finanzierten klinischen Studien beantworten, zum Beispiel direkte Vergleiche von Medikamenten in derselben Indikation oder auch Strategievergleiche zum besten klinischen Vorgehen.“

Prof. Dr. Thomas Eschenhagen, Institut für experimentelle Pharmakologie und Toxikologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, und Sprecher Deutsches Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung (2011 bis 2020)

zu erhalten. Nur so kann gewährleistet werden, dass innovative Behandlungs- oder Diagnoseverfahren Patientinnen und Patienten hierzulande frühestmöglich zur Verfügung stehen. Zum anderen gibt es relevante klinische Fragestellungen, bei denen sich kein kommerzielles Unternehmen findet, das die entsprechende Studie bezahlen würde. Das ist zum Beispiel oft der Fall, wenn Medikamente untersucht werden, bei denen der Patentschutz abgelaufen ist. Aber auch bei neuen Medikamenten können unabhängige Studien sinnvoll sein, etwa wenn unterschiedliche neue Verfahren direkt miteinander verglichen werden sollen. Ein Beispiel: Die von Prof. Dr. Stefanie Schüpke vom Deutschen Herzzentrum München geleitete Studie ISAR-REACT 5 hat mit Unterstützung des DZHK zwei aktuelle, blutverdünnende Medikamente für die

Notfalltherapie bei akutem Koronarsyndrom verglichen. Die Studie konnte zeigen, dass eines der beiden Medikamente klar besser wirkte als das andere: Weniger Menschen starben, und weniger bekamen einen Herzinfarkt. Diese Ergebnisse finden jetzt Eingang in die Leitlinien und verbessern somit die Versorgung der Menschen im Alltag.

### Versorgungsforschung: Gesundheit und Ökonomie im Blick

Das zweite Teilstück der klinischen Forschung ist die Versorgungsforschung. Sie konzentriert sich darauf, wie Menschen in einem Gesundheitssystem, in einer Region oder auch in unterschiedlichen Altersgruppen konkret versorgt werden. Versorgungsforschung hilft, innovative und fortschrittliche Ansätze zu identifizieren: Sie liefert Informationen zu Über-, Unter- und Fehlversorgung. Dazu arbeiten Versorgungsforscherinnen und -forscher mit realen Versorgungsdaten, seien sie von den Krankenversicherungen, aus medizinischen Einrichtungen, dem öffentlichen Gesundheitsdienst oder eigens angelegten Registern, wie den klinischen Krebsregistern der Bundesländer. Auch hier ein Beispiel: An der Universität Halle-

Wittenberg hat sich Prof. Dr. Matthias Girndt im CORETH-Projekt die Behandlung mit zwei verschiedenen Nierenersatzverfahren angesehen, der Hämodialyse („Blutwäsche“) und der Peritonealdialyse, einem indirekten Blutwäscheverfahren über das Bauchfell (Peritoneum), das zu Hause möglich ist. Die Studie konnte zeigen, dass Betroffene wesentlich zufriedener sind, wenn sie in die Entscheidung über das zu nutzende Verfahren eingebunden werden. Außerdem belegte eine ökonomische Analyse, dass die Peritonealdialyse kostengünstiger ist, wenn die Transportkosten bei der Hämodialyse mitberücksichtigt werden.

Versorgungsforschung wird umso wichtiger, je komplexer die Gesundheitsversorgung wird. Auch deswegen wächst der Bedarf stetig. Das BMBF hat das Feld früh in den Blick genommen und seine Entwicklung entscheidend vorangetrieben. Die langjährige Kooperation mit Versicherungsträgern hat dabei dazu beigetragen, dass viele Forschungsergebnisse erfolgreich in die Praxis transferiert werden konnten und den Versorgungsalltag der Patientinnen und Patienten verbessern. Schon im Jahr 2000 wurde gemeinsam mit den Versicherungsträgern ein nationales Förderprogramm zur Versorgungsforschung initiiert und seither

## Nachgefragt

### „Wir wollen Dinge ändern“

**Prof. Dr. Wolfgang Hoffmann** ist Direktor des Instituts für Community Medicine an der Universität Greifswald. Er forschte und forscht in zahlreichen BMBF-Projekten wie der NAKO Gesundheitsstudie und der Medizininformatik-Initiative.

#### Was treibt einen Versorgungsforscher an?

Wir interessieren uns nicht für Wissen nur um des Wissens willen. Wir wollen erreichen, dass sich Dinge ändern. Es geht darum, Missstände oder Defizite aufzudecken und Ansatzpunkte für Maßnahmen zu finden, mit denen sich die Versorgung konkret verbessern lässt.

#### Wie hat sich die Versorgungsforschung in den vergangenen zehn Jahren verändert?

Quantitative, epidemiologische Fragestellungen und Interventionsstudien sind ein großer Schwerpunkt geworden. Parallel dazu hat sich die Versorgungsforschung zu einem eigenen, großen Fach entwickelt. Wir haben eine eigene Fachgesellschaft mit über 1.000 Mit-

gliedern, es gibt 45 Professorinnen und Professoren, die Versorgungsforschung lehren und forschen. Das ist eine gute Entwicklung.

#### Wie stark profitiert Versorgungsforschung von Digitalisierung?

Maximal. Und deswegen ist die mit BMBF-Unterstützung laufende Digitalisierung der Forschung an den Kliniken eine epochale Großtat. Sie zielt genau auf das ab, was wir in der Versorgungsforschung machen, nämlich Routinedaten aus der Versorgung analysieren. Durch die digitale Kooperation zwischen den Einrichtungen und die damit einhergehende Standardisierung ihrer Daten können wir mit innovativen IT-Lösungen zukünftig viel besser erforschen, wo Versorgungslücken sind und wie sich Versorgung verbessern lässt. Das nutzt den Patientinnen und Patienten unmittelbar.



Prof. Dr. Wolfgang Hoffmann



sukzessive weiterentwickelt, durch Studienförderung, Strukturaufbau, Förderung krankheitsspezifischer Versorgungsforschung und anwendungsnaher Fragestellungen aus der medizinischen Rehabilitation. Im Rahmen der Versorgungsforschungsförderung wird auch das Forschungszentrum für Gesundheitsökonomik CINCH an der Universität Duisburg-Essen gefördert, das experimentelle Forschungsmethoden nutzt, um Wettbewerbsaspekte im Gesundheitsmarkt zu erforschen.

#### Ausblick

Die Förderung von wissenschaftsinitiierten klinischen Studien wird durch das BMBF fortgeführt und ausgebaut. Patientinnen und Patienten werden in die Studienplanung immer stärker einbezogen, Themen wie Transparenzvorgaben sowie Studienregistrierung werden wichtiger. Insgesamt sollen klinische Studien noch stärker an den Bedürfnissen der Betroffenen ausgerichtet und die Ergebnisse damit alltagsrelevanter für die Patientinnen und Patienten werden. Bei den klinischen Studien wird sich auch das För-

derspektrum erweitern: Gerade die frühe klinische Forschung ist ein wichtiger Schwerpunkt, denn durch sie erreichen viele innovative Verfahren aus der präklinischen Forschung das erste Mal die Patientinnen und Patienten. In diesem Stadium der Entwicklung stehen akademischen Forscherinnen und Forschern häufig noch keine kommerziellen Geldgeber zur Verfügung, sodass staatliche Förderung eine wichtige Lücke schließt. Bei der Versorgungsforschung stellt der Innovationsfonds des deutschen Gesundheitswesens mittlerweile große Fördersummen für konkrete Projekte zur Verfügung. Der Innovationsfonds finanziert sich aus Mitteln der gesetzlichen Krankenversicherung. Das BMBF fördert in Ergänzung dazu forschungspolitisch besonders bedeutsame Themen sowie den Aufbau und die Weiterentwicklung wissenschaftlicher Strukturen zur Stärkung der Public-Health-Forschung. Dazu zählen unter anderem die Förderung von Nachwuchsgruppen in der Versorgungsforschung, die Stärkung der Pflegeforschung, der Aufbau modellhafter Register sowie die Förderung der Präventionsforschung und der Versorgungsforschung in der Palliativmedizin.



#### KÖPFE UND KARRIEREN: EIGENES FORSCHUNGSFELD DANK NACHWUCHSFÖRDERUNG

**Dr. Kayvan Bozorgmehr** forschte nach seiner medizinischen Promotion in verschiedenen Projekten zu Gesundheitsversorgung und sozialer Ungleichheit, bevor er sich 2015 an der themenoffenen BMBF-Ausschreibung „Strukturaufbau in der Versorgungsforschung“ beteiligte. Im RESPOND-Projekt kümmert er sich noch bis Ende 2021 um die Frage, wie sich die Gesundheitsversorgung geflüchteter und asylsuchender Menschen verbessern lässt. Er entwickelte mit seiner Nachwuchsgruppe einen Monitoring-Ansatz, der Landkreise bei der Gesundheitsüberwachung und Versorgungsplanung unterstützt. Und er identifizierte diverse Barrieren, die einer besseren Versorgung im Weg stehen. Aktuell werden konkrete

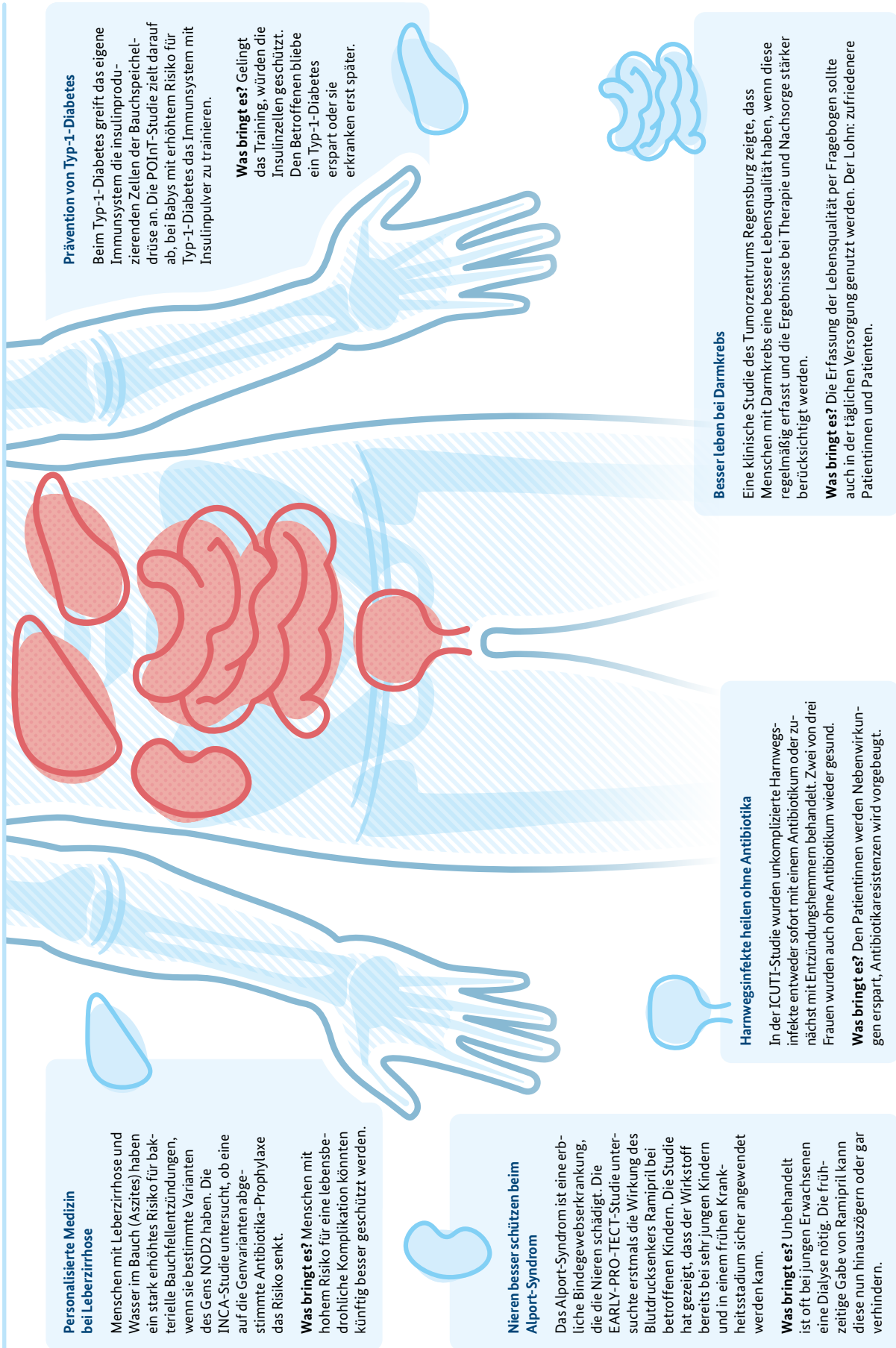
kommunale Pilotprojekte mit einem Community-Health-Nursing-Ansatz entwickelt, um die Barrieren zu beseitigen.

„Die Möglichkeit, ein eigenes Forschungsfeld in einer noch recht frühen Karrierephase über fünf Jahre in Tiefe und Breite zu bearbeiten, war enorm wichtig für mich“, so Bozorgmehr. Migration und Gesundheit werden auch in Zukunft wichtige Bestandteile seiner Forschungsarbeit bleiben. Er ist heute habilitiert in Versorgungsforschung und Sozialepidemiologie und seit 2019 Professor für Public Health an der Universität Bielefeld.









**Personalisierte Medizin bei Leberzirrhose**

Menschen mit Leberzirrhose und Wasser im Bauch (Aszites) haben ein stark erhöhtes Risiko für bakterielle Bauchfellentzündungen, wenn sie bestimmte Varianten des Gens NOD2 haben. Die INCA-Studie untersucht, ob eine bestimmte Antibiotika-Prophylaxe das Risiko senkt.

**Was bringt es?** Menschen mit hohem Risiko für eine lebensbedrohliche Komplikation könnten künftig besser geschützt werden.

**Nieren besser schützen beim Alport-Syndrom**

Das Alport-Syndrom ist eine erbliche Bindegeweberkrankung, die die Nieren schädigt. Die EARLY-PRO-TECT-Studie untersuchte erstmals die Wirkung des Blutdrucksenkers Ramipril bei betroffenen Kindern. Die Studie hat gezeigt, dass der Wirkstoff bereits bei sehr jungen Kindern und in einem frühen Krankheitsstadium sicher angewendet werden kann.

**Was bringt es?** Unbehandelt ist oft bei jungen Erwachsenen eine Dialyse nötig. Die frühzeitige Gabe von Ramipril kann diese nun hinauszögern oder gar verhindern.

**Prävention von Typ-1-Diabetes**

Beim Typ-1-Diabetes greift das eigene Immunsystem die insulinproduzierenden Zellen der Bauchspeicheldrüse an. Die POInT-Studie zielt darauf ab, bei Babys mit erhöhtem Risiko für Typ-1-Diabetes das Immunsystem mit Insulinpulver zu trainieren.

**Was bringt es?** Gelingt das Training, würden die Insulinzellen geschützt. Den Betroffenen bliebe ein Typ-1-Diabetes erspart oder sie erkranken erst später.

**Besser leben bei Darmkrebs**

Eine klinische Studie des Tumorzentrums Regensburg zeigte, dass Menschen mit Darmkrebs eine bessere Lebensqualität haben, wenn diese regelmäßig erfasst und die Ergebnisse bei Therapie und Nachsorge stärker berücksichtigt werden.

**Was bringt es?** Die Erfassung der Lebensqualität per Fragebogen sollte auch in der täglichen Versorgung genutzt werden. Der Lohn: zufriedener Patientinnen und Patienten.

**Harnwegsinfekte heilen ohne Antibiotika**

In der ICUTI-Studie wurden unkomplizierte Harnwegsinfekte entweder sofort mit einem Antibiotikum oder zunächst mit Entzündungshemmern behandelt. Zwei von drei Frauen wurden auch ohne Antibiotikum wieder gesund.

**Was bringt es?** Den Patientinnen werden Nebenwirkungen erspart, Antibiotikaresistenzen wird vorgebeugt.



# *Grenzen überwinden, global vernetzen*

Gesundheitsforschung muss in Zeiten der Globalisierung über den nationalen Tellerrand hinausblicken. Globale Herausforderungen für die Gesundheit können nicht einzelne Arbeitsgruppen in einzelnen Ländern bewältigen. Nötig ist vielmehr eine länder- und kulturübergreifende Forschung, die bereit ist, sich auf unterschiedliche Blickwinkel einzulassen, und die nicht nach pauschalen Konzepten sucht für Probleme, die differenzierte Antworten erfordern.

Das BMBF hat vor diesem Hintergrund kooperative Förderkonzepte und Förderprogramme zu Themen wie der Bekämpfung armutsassoziierter Gesundheitsrisiken oder der Entwicklung von Gesundheitsinnovationen in weniger entwickelten Regionen initiiert. Und es ist seit Langem ein wichtiger Partner in internationalen Forschungskonsortien, die sich um elementare globale Themen wie Epidemien oder Antibiotikaresistenzen kümmern, kurz: um Gesundheitsrisiken, die zu groß sind für ein Land allein.

**Die Vereinten Nationen haben die Verbesserung von Gesundheit und Wohlergehen zu einem der 17 im September 2015 formulierten, nachhaltigen Entwicklungsziele (Sustainable Development Goals, SDG) erklärt, die unseren Planeten bis zum Jahr 2030 lebenswerter machen sollen. Diese Ziele sind bewusst breit formuliert. Das spiegelt die Vielfalt und die enormen Unterschiede wider, die es bei den weltweiten Herausforderungen nach wie vor gibt. Nur ein Beispiel aus dem Gesundheitsbereich: Auf der Liste der zehn wichtigsten Todesursachen gibt es zwischen Afrika und Europa nur drei Überschneidungen. Infektionen sind in ärmeren Ländern noch immer das bei Weitem größte Gesundheitsrisiko. In Industrieländern dominieren dagegen die nicht übertragbaren Erkrankungen, die temporären Effekte der Corona-Pandemie auf die Sterblichkeitsstatistiken vor allem der Industrienationen einmal ausgeklammert.**

Neben Infektionen gehören nicht übertragbare Erkrankungen, gesundheitliche Folgen des Klimawandels, Defizite in der Gesundheitsversorgung in unterversorgten Regionen und zunehmende Antibiotikaresistenzen zu den wichtigsten globalen Herausforderungen, die im Rahmen der SDG adressiert werden. Allein mit Marktmechanismen und privatwirtschaftlicher Forschung lässt sich das nicht bewältigen: Die aufwendige Suche nach neuen Antibiotika ist für die kommerzielle pharmazeutische Forschung in der Regel nicht attraktiv genug. Für eine Entwicklung von Impfstoffen „auf Vorrat“ gegen potenzielle Pandemieerreger gibt es kein gutes Geschäftsmodell. Die Hoffnung ruht auf neuen Technologieplattformen, mit denen zukünftig sehr schnell wirksame Impfstoffe entwickelt und bereitgestellt werden sollen. Auch Forscherinnen und Forscher, die neue Therapien oder Versorgungskonzepte für Erkrankungen entwickeln wollen, die in erster Linie ärmere Länder betreffen, sind auf öffentliche Forschungsförderung angewiesen.

### Strategien gegen armutsassoziierte Krankheiten

Mit dem Förderkonzept „Armutsassoziierte und vernachlässigte Erkrankungen“ hat das BMBF seit 2011 sein Engagement für Themen der globalen Gesundheit ausgebaut. Die Förderung wird flankiert durch erhebliche Investitionen in Produktentwicklungspartnerschaften, bei denen akademische Institute, öffentliche Forschungseinrichtungen, Nichtregierungsorganisationen und gegebenenfalls forschende Pharma- oder Medizintechnikunternehmen zusammenkommen. Das erlaubt es, Entwicklungsrisiken auf mehrere Schultern zu verteilen und neu entwickelte Produkte zu Preisen anzubieten, die auch in ärmeren Ländern bezahlbar sind. Auf eine ganz spezielle Region, die Länder südlich der Sahara, zielen die BMBF-geförderten Forschungsnetzwerke für Gesundheitsinnovationen in Subsahara-Afrika. Dahinter verbergen sich die fünf Netzwerke ANDEMIA, CEBHA+, CYSTINET-Africa, TAKEOFF und TB Sequel. Gemeinsam ist ihnen, dass sie von afrikanischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern koordiniert werden

und darauf abzielen, die Forschung und Versorgung vor Ort nachhaltig zu stärken.

Ziel der Forschungsnetzwerke sind jeweils unmittelbare Verbesserungen für die Menschen vor Ort. So will beispielsweise ANDEMIA respiratorische und gastrointestinale Krankheiten, akute Fieber unbekanntem Ursprungs und Infektionen mit multiresistenten Erregern bekämpfen. Das TAKEOFF-Projekt will durch eine klinische Studie erreichen, dass die Behandlung mit dem Antibiotikum Doxycyclin bei bestimmten Formen der lymphatischen Filariose – auch bekannt als Elefantiasis – Eingang in die WHO-Leitlinien findet.

### Die häufigsten Todesursachen im Jahr 2015

Quelle: WHO

#### WHO Region Afrika

- 1 Untere Atemwegsinfektionen
- 2 HIV/AIDS
- 3 Durchfallerkrankungen
- 4 Schlaganfall
- 5 Ischämische Herzerkrankung
- 6 Tuberkulose
- 7 Malaria
- 8 Frühgeburtlichkeit
- 9 Geburtskomplikationen bei reif geborenen Kindern
- 10 Verkehrsunfälle

#### WHO Region Europa

- 1 Ischämische Herzerkrankung
- 2 Schlaganfall
- 3 Alzheimer-Erkrankung und andere Demenzen
- 4 Lungenkrebs
- 5 Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung
- 6 Untere Atemwegsinfektionen
- 7 Darmkrebs
- 8 Diabetes mellitus
- 9 Nicht ischämische Herzerkrankungen
- 10 Brustkrebs

„ Die WHO hat massive Anstrengungen unternommen, die lymphatische Filariose zurückzudrängen. Mit unserer Arbeit lenken wir die Aufmerksamkeit auf diese lange vernachlässigte Krankheit und verbessern das Leben unserer Patientinnen und Patienten.

Prof. Dr. Samuel Wanji, Abteilung Mikrobiologie und Parasitologie, Universität Buea/Kamerun

### Globale Gesundheitsrisiken gemeinsam bekämpfen

Das BMBF engagiert sich bei Themen der globalen Gesundheit auch in internationalen Konsortien, die im Bereich der Infektionsbekämpfung aktiv sind. Ein prominentes Beispiel – auch mit Bezug zur SARS-CoV-2-Pandemie – ist die Coalition for Epidemic Preparedness Innovations (CEPI), der das BMBF während der Ebola-Krise in Afrika beigetreten ist. Im Rahmen von CEPI werden Impfstoffe gegen eine ganze Reihe viraler Erreger mit Pandemiepotenzial entwickelt. Die Impfstoffe sollen helfen, die Ausbreitung gefährlicher Infektionen künftig schneller einzudämmen und zu stoppen. CEPI konnte dank der Vorarbeiten – auch am Coronavirus „MERS-CoV“, das eng mit SARS-CoV-2 verwandt ist – bereits im Januar 2020 auf den SARS-CoV-2-Ausbruch reagieren und schnell ein Entwicklungsportfolio für COVID-19-Impfstoffe mit neun Kandidaten aufbauen. Für mehrere dieser von CEPI auch mit BMBF-Mitteln vorangetriebenen Entwicklungen wurde inzwischen die Zulassung beantragt.

Ein anderes internationales Kooperationsprojekt mit BMBF-Unterstützung ist die European and Developing Countries Clinical Trials Partnership (EDCTP). Hier kooperieren afrikanische und europäische Länder bei der Entwicklung von Impfstoffen und Medikamenten zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten wie HIV, Tuberkulose, verschiedenen Wurmerkrankungen, Dengue-Fieber oder Ebola. Forschungsprojekte im Bereich Ebola sind ein gutes Beispiel dafür, wie die Ergebnisse von Forschung zur globalen Gesundheit auch in Deutschland Nutzen stiften. Zum Beispiel profitiert die Kontaktverfolgung durch den öffentlichen Gesundheitsdienst bei der SARS-CoV-2-Pandemie stark von einer innovativen Software, die mit BMBF-Unterstützung in Westafrika entwickelt wurde.

## Nachgefragt

### Innovation aus Afrika für die Versorgung in Deutschland

**Prof. Dr. Gérard Krause** ist Abteilungsleiter Epidemiologie am Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig.

#### Das HZI hat für die Ebola-Krise in Westafrika eine Software entwickelt. Was leistet sie?

SORMAS ist eine modulare Software, die öffentliche Gesundheitsdienste bei Überwachung, Ausbruchmanagement und epidemiologischer Lageanalyse unterstützt. Im Rahmen des Ebola-Ausbruchs konnten wir zeigen, dass SORMAS das Management von Infizierten und deren Kontaktpersonen deutlich effizienter macht und die Surveillance, also die Überwachung von Erkrankungen, erleichtert.

#### Wie wurde aus der Ebola-Software ein Werkzeug für das COVID-19-Management?

Bei COVID-19 sind regionale Surveillance und Kontaktpersonenmanagement essenziell und damit zwei Kernfunktionen von SORMAS. Hinzu kam, dass wir von Anfang an ein Modul „Emerging Disease X“ eingeplant hatten, um die Software rasch adaptieren zu können. Heute managen Nigeria und Ghana COVID-19 komplett damit. Auch in Frankreich, der Schweiz und Fidschi ist die Software im Einsatz – und in immer mehr deutschen Gesundheitsämtern.

#### Das heißt, Deutschland profitiert unmittelbar von der Ebola-Forschung in Afrika?

Absolut. Die Installationen sind allerdings nicht alle identisch. Nigeria und Frankreich arbeiten beispielsweise mit der zentralisierten Softwarevariante. Deutschland und die Schweiz nutzen dezentrale Installationen, die für übergreifende Analysen oder Kontaktverfolgungen noch extra verknüpft werden müssen. Aber im Kern ist das überall die offene, modulare Lösung, die wir in Afrika entwickelt haben. Uns war immer klar, dass das SORMAS-Konzept nicht nur für eine Krankheit und nicht nur für eine Region sinnvoll ist – das zeigt sich nun viel früher und deutlicher als gedacht.



Prof. Dr. Gérard Krause



### Ausblick

Wichtige aktuelle und in den nächsten Jahren zu erwartende Förderinitiativen des BMBF im Bereich globale Gesundheit zielen auf die Bekämpfung antimikrobieller Resistenzen. Mit dem Global Antimicrobial Resistance Research and Development Hub hat das BMBF zudem ein partnerschaftliches Zentrum geschaffen, das Forschungsförderer weltweit bei ihrer Prioritätensetzung unterstützt. Ziel ist es, wichtige Forschungs- und Entwicklungsfragen zu identifizieren sowie Informationen bereitzustellen, die als Entscheidungsgrundlage für den Einsatz von Fördermitteln dienen können. Sie sollen auch die Abstimmung der internationalen Förderaktivitäten in diesem zentralen Feld verbessern.

Der disziplinenübergreifenden Vernetzung von Forschungsakteuren zur globalen Gesundheit in Deutschland dient die German Alliance for Global Health Research (GLOHRA). Es handelt sich dabei um eine Plattform, die mit gemeinsamen Ausbildungsformaten und mit der Förderung von Pilotprojekten zu einer Vertiefung und Konsolidierung der deutschen Forschungsszene im Bereich der globalen Gesundheit beitragen will. Dabei sollen auch verstärkt Forschende aus den Sozial- und Politikwissenschaften eingebunden werden. Ziel ist es unter anderem, über ein solideres Fundament für die Forschung zur globalen Gesundheit die Präsenz von Forscherinnen und Forschern aus Deutschland in internationalen Projekten zu stärken.



### Forschung konkret: Mangelernährung verhindern, Klimaresilienz erhöhen, Frauen stärken

Wie lässt sich die Ernährungssituation der Menschen in armen Ländern umwelt- und klimafreundlich verbessern? **Prof. Dr. Sabine Gabrysch** vom Institut für Public Health der Charité – Universitätsmedizin Berlin und dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung hat im Rahmen der FAARM-Studie mit über 2.000 jungen Frauen in über 90 Dörfern in Bangladesch untersucht, wie viel sich mit Schulungen zu Ernährung, Gartenbau und Hühnerzucht über drei Jahre sowie mit der Anlage von Hausgärten für Obst und Gemüse erreichen lässt. „Den Ansatz gibt es schon länger, aber bis dahin hatte niemand wissenschaftlich solide untersucht, ob Mangelernährung bei Kindern – nach der Geburt, aber auch schon während der Schwangerschaft – dadurch reduziert werden kann“, so Gabrysch. Sie tat sich mit Wissenschaftlerinnen

und Wissenschaftlern in Bangladesch und mit einer NGO zusammen und legte im Jahr 2014 los. Mittlerweile wurden die im Studienzeitraum geborenen Kinder abschließend untersucht. „Was wir schon sagen können, ist, dass die Schulungen gut angenommen wurden und dass sich die Nahrungsvielfalt klar verbessert hat. Außerdem stärkt dieses Programm auch die Position der Frau in Familie und Dorf.“ Ob die Kinder auch weniger Mangelernährung aufweisen, wird die Wissenschaftlerin bald sagen können. Die Datenauswertung läuft.



# Glossar

## Algorithmentraining

Künstliche Intelligenz gewinnt in der Gesundheitsforschung große Bedeutung. Eine Teildisziplin ist das Maschinlernen. Dabei werden Algorithmen – programmierte Anweisungen, mit deren Hilfe Computer Aufgaben lösen – zum Beispiel darauf trainiert, in großen Datenmengen medizinisch relevante „Muster“ zu erkennen. Konkretes Beispiel ist die automatische Auswertung von Röntgen- oder MRT-Bildern.

## Big-Data-Forschung

nutzt große Datenmengen aus unterschiedlichen Quellen, die mithilfe von besonders leistungsfähiger Software zusammengeführt und ausgewertet werden. Die Wissenschaft findet durch Big-Data-Forschung neue, bisher unbekannte Zusammenhänge, zum Beispiel zwischen Risikofaktoren und Krankheiten oder zwischen genetischen Eigenschaften und dem Erfolg von Behandlungen. Diese Zusammenhänge können dann experimentell weiter erforscht werden.

## Biobanken

sammeln biologische Materialien für die Forschung, etwa Gewebeproben von Tumoren, Labor- oder Urinproben. Da es sich um sensibles Material handelt, gelten strenge Datenschutzregeln.

## Biomarker

sind messbare Parameter, die etwas über eine Erkrankung oder einen physiologischen Prozess aussagen. Biomarker können Laborwerte sein, aber auch Vitalparameter wie Blutdruck oder Herzfrequenz. Außerdem gibt es „digitale Biomarker“. Das sind Muster, die von Algorithmen in digitalen Datensätzen aufgespürt werden. Biomarker helfen, eine Erkrankung zu diagnostizieren oder ihren Verlauf einzuschätzen, und sie können genutzt werden, um das Ansprechen auf eine Behandlung zu messen.

## CAR-T-Zell-Therapien

zählen zu den Immuntherapien. Es handelt sich um eine neue Form der Gentherapie, bei der Krebspatientinnen und -patienten Immunzellen, die T-Zellen, entnommen werden. Sie werden außerhalb des Körpers genetisch so verändert, dass sie die Krebszellen erkennen und das Immunsystem sie angreifen kann.

## Community Health Nursing

steht für „Krankenpflege im öffentlichen Gesundheitsdienst“. Community Health Nurses unterstützen Menschen in unterschiedlichen gesundheitlichen Situationen vor Ort in ihrem Lebensumfeld. Häufig sind das chronisch kranke oder demente Personen. Es gibt aber auch präventiv ausgerichtetes Community Health Nursing, das zum Beispiel auf die Förderung von Gesundheitsverhalten in Risikopopulationen zielt.

## Data Scientists

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

## Epidemiologie, epidemiologische Forschung

untersucht, wie gesundheitliche Beeinträchtigungen, Krankheiten und deren Ursachen in der Bevölkerung verteilt sind. Typische epidemiologische Fragestellungen sind beispielsweise, wie sich die Häufigkeit von Lungenkrebs entwickelt oder ob Menschen in der Stadt häufiger an Allergien leiden als auf dem Land. Ergebnisse der epidemiologischen Forschung fließen in Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle von Gesundheitsproblemen ein.

## Hochdurchsatzverfahren

bezeichnen in der Gesundheitsforschung moderne und stark automatisierte Analyseverfahren für Biomaterialien, etwa Gewebe- oder Laborproben. Ein Beispiel ist die Sequenzierung des Erbmaterials bei Krebserkrankungen. Hochdurchsatzverfahren erzeugen in sehr kurzer Zeit große Datenmengen, die nur noch computergestützt ausgewertet werden können.

## Immuntherapien

sind eine neue Möglichkeit der Krebstherapie – neben Chemotherapie, Chirurgie und Bestrahlung. Sie zielen darauf ab, die Immunreaktion gegen den Tumor zu verstärken. Der Begriff umfasst unterschiedliche Ansätze, darunter auch Behandlungskonzepte, die Impfungen ähneln.

### Interoperabilität

beschreibt die Fähigkeit von technischen Systemen, problemlos zusammenzuarbeiten. Von „technischer Interoperabilität“ wird gesprochen, wenn IT-Systeme technisch Daten austauschen können. Die komplexere „semantische Interoperabilität“ ist erreicht, wenn sich die IT-Systeme auch gegenseitig inhaltlich „verstehen“. Semantische Interoperabilität ist unverzichtbar für elektronische Patientenakten und für eine leistungsfähige Forschung mit digitalen Gesundheitsdaten – insbesondere dann, wenn diese aus unterschiedlichen Quellen stammen.

### Klinische Entscheidungsunterstützungssysteme

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

### Klinische Studien

siehe „Randomisierte Studien“ und „Register“

### Metaanalysen

sind ein statistisches Verfahren, bei dem mehrere klinische Studien gemeinsam ausgewertet werden. Das erlaubt eine bessere Einschätzung einer Therapie oder eines diagnostischen Verfahrens, insbesondere dann, wenn es mehrere Studien zu einem Thema gibt, die zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen.

### Multizentrische Studien

siehe „Randomisierte Studien“

### Prävention

bezeichnet medizinische, soziale oder gesellschaftliche Maßnahmen, die darauf abzielen, Krankheit zu verhindern beziehungsweise Gesundheit zu verbessern. Primärprävention will Gesundheit erhalten. Sekundärprävention umfasst Maßnahmen der Früherkennung von Erkrankungen und der Kontrolle von Risikofaktoren mit dem Ziel, schwerere Erkrankungen zu verhindern oder hinauszuzögern. Bei der Tertiärprävention geht es darum, bei bereits bestehender, schwerer Erkrankung deren Fortschreiten oder Komplikationen zu verhindern.

### Public-Health-Forschung

beschäftigt sich mit der gesundheitlichen Versorgung der Bevölkerung oder Teilen davon. Gemäß Definition der Weltgesundheitsorganisation geht es um die Verhinderung von Krankheiten, die Verlängerung des Lebens und die Förderung der Gesundheit. Dafür nimmt Public-Health-Forschung die Umwelt, die Lebensweisen der Menschen und die Systeme der Gesundheitsversorgung in den Blick – mit Methoden von Epidemiologie, Medizin, Ökonomie, Psychologie, Soziologie und Politikwissenschaft.

### Randomisierte Studien

sind ein anerkanntes Verfahren, um herauszufinden, ob eine medizinische Behandlung wirksamer ist als eine andere. Patientinnen und Patienten werden per Los der Behandlungsgruppe oder einer Kontrollgruppe (mit Placebo oder einer anderen Therapie) zugeteilt. Optimalerweise ist eine randomisierte Studie „multizentrisch“, findet also nicht nur an einem Ort statt, und „doppelt verblindet“, was bedeutet, dass also weder Patientin/Patient noch Ärztin/Arzt wissen, wer welche Behandlung erhält.

### Register (auch: Krankheitsregister, Patientenregister)

sind Datenbanken, in denen Informationen zu Patientinnen und Patienten gesammelt und für die Forschung bereitgestellt werden. Es gibt unterschiedliche Register, zum Beispiel erkrankungsbezogene Register oder Register für bestimmte Arten von Therapien.

### RNA-Impfstoffe

Bei RNA-Impfstoffen werden nicht Teile von Krankheitserregern („Antigene“) gespritzt, sondern deren Baupläne. Verimpft wird Boten-RNA (mRNA), eine Nukleinsäure, die die Immunzellen und andere Zellen des Körpers dazu bringt, die Impfantigene selbst herzustellen, dem Immunsystem zu präsentieren und es so zu trainieren. Die ersten mRNA-Impfstoffe, die je zur Infektionsbekämpfung zugelassen wurden, sind die beiden SARS-CoV-2-Impfstoffe von BioNTech und Moderna. Zu den Vorteilen von mRNA-Impfstoffen gehört, dass sie schnell in großen Mengen produzierbar und unkompliziert veränderbar sind.



### 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.

### Translation

beschreibt die Übertragung von Ergebnissen der Forschung in die praktische Anwendung. Ergebnisse der Gesundheitsforschung finden ihre Anwendung als neue Produkte und Präventions-, Diagnose- oder Therapieansätze. Der Translationsprozess kann als ein Kreislauf verstanden werden: Informationen müssen auch von den Nutzenden in Richtung der Forschung zurückfließen, damit diese bedarfsgerechter ausgerichtet werden kann.

### Vektorimpfstoffe

sind Impfstoffe, bei denen Baupläne für Oberflächenstrukturen von Krankheitserregern in Form von DNA injiziert werden. Sie sollen das Immunsystem – wie bei einer klassischen Impfung – trainieren. Anders als der mRNA-Impfstoff nutzt der Vektorimpfstoff ein nicht vermehrungsfähiges Impfvirus, auch „viraler Vektor“ genannt. Es schleust den genetischen Bauplan in den Zellkern der Zielzellen ein, sodass dort die Impfantigene hergestellt werden können. Mehrere SARS-CoV-2-Impfstoffe basieren auf diesem Prinzip, zuvor waren für Impfungen gegen Dengue-Fieber und Ebola Vektorimpfstoffe zugelassen worden.

### Wearables

sind Sensoren, die am Körper getragen werden, physiologische Werte messen und diese digital zur Weiterverarbeitung zur Verfügung stellen, zum Beispiel in einer App. Wearables sind eine zunehmend wichtige Komponente von Telemedizin-Szenarien. Sie messen unter anderem Blutdruck, Sauerstoffsättigung und Herzfrequenz oder zeichnen ein EKG auf.

## Impressum

### Herausgeber

Bundesministerium  
für Bildung und Forschung (BMBF),  
Abteilung Lebenswissenschaften  
Referat Grundsatzfragen, Digitalisierung und Transfer  
10117 Berlin

### Bestellungen

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

### Stand

März 2021

### Text

journalistenbuero-berlin.de/philipp-gratzel/

### Redaktion

DLR-Projektträger

### Gestaltung

familie redlich AG – Agentur für Marken und Kommunikation  
KOMPAKTMEDIEN – Agentur für Kommunikation GmbH

### Druck

BMBF

### Bildnachweise

Titel: Adobe Stock, fotoinfot, merydolla  
S. 1: BMBF, Laurence Chaperon  
S. 4: Adobe Stock, sdecoret  
S. 8: Adobe Stock, ImageHit  
S. 11: Adobe Stock, kanpisut  
S. 13: Adobe Stock, Song\_about\_summer  
S. 15: NCT/UCC, André Wirsig  
S. 17: Unsplash, Anna Pelzer  
S. 21: Adobe Stock, Photographee.eu  
S. 23: Adobe Stock, Iryna  
S. 24: Adobe Stock, Dabarti  
S. 26: TMF e.V.  
S. 27: UMG, Swen Pförtner  
S. 31: Adobe Stock, Tartila  
S. 33: UKE, Axel Kirchhof  
S. 34: Adobe Stock, Idanupong  
S. 36: Adobe Stock, wutzkoh  
S. 39: Adobe Stock, rocketclips  
S. 42: Unsplash, Subhash Nusetti  
S. 45: Sabine Gabrysch

Diese Publikation 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.

