



Bitte beachten Sie unser Sonderheft  
M&K kompakt HYGIENE

# Management & Krankenhaus

Zeitung für Entscheider im Gesundheitswesen

Oktober · 10/2025 · 44. Jahrgang

## Themen

### Gesundheitspolitik

**Höchste Priorität für Gesundheitsversorgung** 3  
Krankenhäuser, Reha-Kliniken und Pflegeeinrichtungen sind unterfinanziert. Es fehlt an Personal und die Bürokratiebelastung ist unerträglich.

### Medizin & Technik

**Standardisierte Nieren-MRT** 5  
Patienten mit chronischer Nierenerkrankung profitieren von frühzeitiger Diagnose. Ein internationales Team forscht an MRT-Technologien für bessere Lösungen.

### IT & Kommunikation

**Dr. KI unter der Lupe** 8  
Neue Studien der TU Berlin zeigen Stärken und Schwächen von KI-gestützten Tools zur digitalen Gesundheitsberatung wie ChatGPT oder Symptom-Checker-Apps.

### Hygiene

**Diagnostic Stewardship** 10  
Diagnostic Stewardship sollte in die Arbeit der Hygieneteams auf allen Ebenen der Patientenversorgung und im Bereich der Umgebungsuntersuchungen integriert werden.

### Bauen, Einrichten & Versorgen

**Neue Vollküche mit Speisesaal** 14  
Nach einigen Monaten Bauzeit nehmen die neuen Räumlichkeiten des GLG Kreiskrankenhauses Prenzlau Formen an.

**Impressum, Index** 14

### Fokus Labor & Diagnostik DKLM

**Alzheimer-Biomarker** 18  
Die Diagnostik neurodegenerativer Erkrankungen, insbesondere der Alzheimer-Krankheit und der Frontotemporalen Demenzen befindet sich im Umbruch.

**Gamechanger MS** 22  
Die Massenspektrometrie hat sich seit einigen Jahren zu einem unverzichtbaren Werkzeug der modernen Labormedizin entwickelt. Apeutische Herausforderungen dar.

#### Wenn KI mitbehandelt

Künstliche Intelligenz verändert Diagnosen und Therapien und transformiert die Arzt-Patient-Beziehung grundlegend. Eine Beziehung auf dem Prüfstand. **Seite 7**



#### Wohnraum für Klinikbeschäftigte

Mehr Wohnraum für Klinikbeschäftigte  
Das neue Wohnquartier des Universitätsklinikums Freiburg wird mehr als 740 Wohnungen für Mitarbeiter haben. **Seite 13**



#### Roboterisiertes Labor

Ein interdisziplinäres Team optimierte mit einer maßgeschneiderten Robotik-Lösung die Laborprozesse eines Berliner Maximalversorgers für den 24/7-Betrieb. **Seite 21**



## Die Blutproben reisen nach Flugplan

Drohnen bieten einen effizienten und schnellen Transport von Laborproben. So könnten sie eine Alternative zum Straßenverkehr werden.

*M&K: Was wird per Drohne zwischen den Klinikstandorten Balingen und Albstadt transportiert?*

**Dr. Gerhard Hinger:** Aktuell transportieren wir Laborproben – insbesondere Blutproben – von unserem Klinikstandort in Albstadt zum Labor in Balingen. Es handelt sich dabei um „gefährliche Güter der Kategorie B“, deren Transport besonderen Anforderungen unterliegt.

*Und mit welcher Ladung fliegt die Drohne zurück?*

**Hinger:** Aktuell fliegt die Drohne mit den leeren Transportboxen zurück, sodass wir diese in ausreichender Anzahl am Standort in Albstadt vorhalten, da wir sie dort benötigen. Perspektivisch prüfen wir weitere Möglichkeiten. Keine gefährlichen Güter können jedoch jederzeit geflogen werden.



Dr. Gerhard Hinger: Mit Drohnentransporten von Blutproben lassen sich langfristig die Kosten senken.

*Bislang wurden normale Kraftfahrzeuge eingesetzt. Ist das nicht sicherer – wenn auch langsamer?*

**Hinger:** Der Straßenverkehr ist bewährt, aber im Vergleich zur Drohne deutlich langsamer, teurer, weniger klimafreundlich – und durch Staus oder Umleitungen deutlich anfälliger für Verzögerungen. Aktuell ist die Bundesstraße zwischen Albstadt und Balingen aufgrund einer Tunnel- & Brückensanierung längerfristig nur mit erheblichen Beeinträchtigungen und Umleitungen zu bewältigen.

Die Drohne fliegt autonom, konstant und ohne Verkehrsrisiken – das bietet klare Vorteile. Der Drohneinsatz ist zudem durch das Luftfahrtbundesamt genehmigt und sicherheitsgeprüft.

*Welche technischen Vorteile ergeben sich aus dem Lufttransport für Klinikstandorte?*

**Hinger:** Drohnen sind unabhängig von Verkehrslage, Tageszeit oder Umleitungen. Das ermöglicht kürzere Transportzeiten und eine bessere Planbarkeit. Touren können bei Bedarf kurzfristiger gestartet werden. Die Standardstrecke per Straße dauert im Schnitt 30-40 Minuten, die Drohne schafft sie in etwa 12 Minuten.

*Wie wirkt sich der Lufttransport auf die Finanzen aus?*

**Hinger:** Der Drohnentransport senkt langfristig Kosten, da Personal-, Fahr-

zeug- und Betriebskosten für Bodenfahrzeuge eingespart werden. Gleichzeitig wird die Effizienz erhöht, weil Proben schneller im Labor ankommen und schneller ausgewertet werden können. Die Investition in moderne Transportlösungen zahlt sich somit auch wirtschaftlich aus.

*Muss der Kfz-Transport dennoch weiter vorgehalten werden – z. B. bei Schlechtwetter?*

**Hinger:** Ja, bei starken Wetterlagen, z.B. Hagel, Sturm oder starkes Schneetreiben oder Flugverboten kann die Drohne nicht fliegen. Daher ist ein reduzierter konventioneller Bodendienst weiterhin notwendig – allerdings in deutlich geringerem Umfang als bisher.

*Welche Infrastruktur musste geschaffen werden?*

**Hinger:** Es mussten nur geringe Infrastrukturmaßnahmen errichtet werden. An beiden Standorten (Balingen und Albstadt) wurden gesicherte Start- und Landeplätze errichtet, indem einfache Pflastersteine ausgelegt und ein witterungsbeständiger Tisch für den Start aufgebaut wurde. Die Proben werden vor dem Flug speziell verpackt und gesichert, um den Transportvorgaben zu entsprechen.

*Die Steuerung erfolgt aus der Ferne. Wie sicher ist das?*

**Hinger:** Die Steuerung erfolgt durch das Berliner Start-up Labfly, das über ein Remote Operations Center verfügt. Die Drohnen fliegen autonom, aber unter permanenter technischer Aufsicht durch einen Fernpiloten. Sicherheitssysteme wie redundante Flugkontrollen, GPS-Überwachung und Notfallprotokolle sorgen für höchste Zuverlässigkeit. Der Luftraum wird mit den zuständigen Behörden koordiniert.

*Übernimmt Labfly auch die Wartung der Drohnen?*

**Hinger:** Ja, Labfly übernimmt sowohl die Wartung als auch die Betriebsführung, einschließlich Updates, technischer Prüfung und Serviceeinsätze. Für uns bedeutet das einen reibungslosen, zuverlässigen Betrieb aus einer Hand.

*Ergeben sich medizinische Vorteile aus dem schnelleren Transport?*

**Hinger:** Die schnellere Befundung ermöglicht in vielen Fällen eine zügigere medizinische Entscheidungsfindung durch die verkürzte Transportdauer.

*Welche Proben sind drohnen-transportfähig?*

**Hinger:** Aktuell werden Blutproben und weitere Laborproben, die gemäß UN3373 klassifiziert sind, transportiert. Diese dürfen lufttransportiert werden, sofern sie entsprechend den Vorschriften verpackt sind.

*Welcher Klinikbereich verantwortet die Transporte? War dafür eine spezielle Ausbildung notwendig?*

**Hinger:** Die Verantwortung liegt im Bereich der Technik und des Labors. Für die Verpackung und Übergabe der Proben wurden Mitarbeiter speziell geschult – sowohl hinsichtlich der Transportvorschriften als auch der technischen Handhabung und des Drohnenbetriebs und dessen Prozesse.

*Wie häufig verkehren die Drohnen? Gibt es weitere Einsatzmöglichkeiten?*

**Hinger:** Aktuell sind bis zu vier Flüge pro Tag vorgesehen. Perspektivisch könnten auch weitere logistische Szenarien wie der Transport anderer Inhalte oder die Schnittstelle zu anderen Anflugszielen.

*Fliegen die Drohnen nach einem festen Flugplan?*

**Hinger:** Ja, es gibt feste Zeitfenster, welche bereits jetzt schon auf Grundlage der Blutentnahmepunkte festgelegt sind. Grundsätzlich können die Drohnen aber auch außerhalb dieses Zeitplans flexibel gestartet werden. Ebenso besteht eine definierte und programmierte Flugroute, die mit den Aufsichtsbehörden abgestimmt ist. Die Flüge erfolgen wetterabhängig und in Abstimmung mit den Klinikprozessen. ■

| www.zollernalb-klinikum.de |

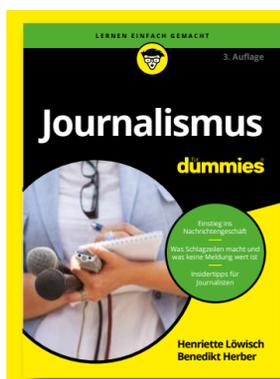


Dr. Gerhard Hinger

#### Zur Person

**Dr. Gerhard Hinger** ist Vorsitzender Geschäftsführer des Klinikums Zollernalb. Er ist bereits seit 2017 in diesem Amt tätig.

# WILEY



#### Vom Recherchieren bis zum Publizieren

Was guten Journalismus ausmacht, ist ein viel diskutiertes Thema. Henriette Löwisch und Benedikt Herber unterrichten angehende Journalisten und haben in ihrem Buch „Journalismus für Dummies“ alles rund um den faszinierenden Beruf zusammengefasst – mit einem Ausblick aufs Nachrichtengeschäft der Zukunft.

„Journalismus für Dummies“, Henriette Löwisch und Benedikt Herber, Softcover, 512 Seiten, Wiley-VCH, 3. überarb. und aktualisierte Aufl. 2025, ISBN: 978-3-527-72308-9, € 24,00 (D) www.wiley-vch.de



#### Content Creation auf die smarte Art

Content ist King – das gilt heute mehr als jemals zuvor. Zahlreiche KI-Tools versprechen lesenswerte Texte, spannende audiovisuelle Inhalte und echte Zeitersparnis, solange man richtig mit ihnen umzugehen weiß. Rafael Bujotzek erklärt in „Content Creation mit Künstlicher Intelligenz für Dummies“ nützliche Funktionen rund um die Produktion von Inhalten und zeigt typische Stolperfallen.

„Content Creation mit Künstlicher Intelligenz für Dummies“, Rafael Bujotzek, Softcover, 512 Seiten, Wiley-VCH, 2025, ISBN: 978-3-527-72241-9, € 28,00 (D) www.wiley-vch.de

# Nachbesserungen am KHAG gefordert

Die Krankenhausreform soll die Qualität der Krankenhausversorgung steigern. Der VPKA warnt jedoch, dass die geplanten Regelungen vor allem auf eine Reduzierung von Standorten zielen.

Auch der jüngst veröffentlichte Referentenentwurf zum Krankenhausreformgesetz (KHAG) bezieht sich auf die Qualität der Krankenhausversorgung. Er fordert daher dringend weitere Nachbesserungen, um die flächendeckende Patientenversorgung nachhaltig zu sichern.

„Wir teilen das Ziel der Bundesregierung, die Qualität der Krankenhausversorgung in Deutschland zu stärken“, betont Michael Strobach, Geschäftsführer des Verbandes der Privatkliniken (VPKA) in Bayern. „Die aktuell vorgesehenen Instrumente des Krankenhausreformgesetzes



Michael Strobach, Geschäftsführer des VPKA Bayern

greifen jedoch zu kurz. Vorrangiges Ziel sollte die tatsächliche Versorgungsqualität sein und nicht die Reduzierung von

Klinikstandorten ohne Berücksichtigung der Patientenversorgung.“

### Bedarfsorientierte und qualitätsgestützte Planung

Der Verband der Privatkliniken in Bayern unterstreicht, dass bei der Beurteilung der Notwendigkeit von Krankenhausangeboten neben den stationären Strukturen auch die ambulante Versorgung, Notfall- und Rettungsdienste sowie die Übergangspflege nach Klinikaufenthalten einbezogen werden müssen. Die Zahl der Fachabteilungen, die Größe eines Krankenhauses oder personelle und technische Strukturvorgaben allein garantieren keine bessere Behandlung. Entscheidend sei die Qualität der Prozesse und der Therapieerfolge. Sie sei messbar über Routinedaten sowie Patient-Reported Outcome- und Experience Measures. Deren Einbeziehung könne eine effektive und patientenorientierte Versorgung gewährleisten. Der VPKA Bayern unterstreicht zudem die Bedeutung der Länderkompetenz.

Besonders kritisch bewertet der Verband die vorgesehenen Qualitätskriterien der Leistungsgruppen, die ab 2027 zu einem grundsätzlichen Abrechnungsverbot führen, wenn Krankenhäuser diese nicht erfüllen. Strobach warnt: „Da Abweichungen hier von nur zeitlich befristet und mit Zustimmung der Kostenträger möglich sind, führt das zu erheblichen Planungs- und Rechtsunsicherheiten. Daher müssen die entsprechenden Regelungen geändert werden.“

### Vorhaltefinanzierung setzt falsche Anreize

Die vom Gesetz vorgesehene Vorhaltefinanzierung mit Mindestzahlen wird vom VPKA Bayern als kontraproduktiv angesehen. Kliniken könnten so Fehlanreize erhalten, Patienten innerhalb des 20%-Korridors nur begrenzt zu behandeln, was zu längeren Wartezeiten führen könnte. Sicherstellungszuschläge für tatsächlich bedarfsnotwendige Kliniken seien die bessere Lösung. Auch die zu niedrigen

Preise würden wirtschaftliche Schieflagen und Abrechnungsstreitigkeiten provozieren. Als Alternative empfiehlt der Verband, die untere Grenzverweildauer bei DRGs abzuschaffen, um Effizienz und Ambulantisierung zu fördern.

### Die Fachkliniken in ihrer Rolle stärken

Für Fachkliniken fordert der Verband der Privatkliniken in Bayern eine realistische und fachlich fundierte gesetzliche Definition, so wie im Positionspapier der Länder Bayern, Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein zum Änderungsbedarf am Krankenhausreformgesetz im Juli dieses Jahres gefordert. Vorgaben wie die verpflichtende Vorhaltung von Fachabteilungen für Allgemeine Innere Medizin, Allgemeine Chirurgie, Intensivmedizin sowie CT/MRT in allen Fachkliniken oder die Begrenzung auf 80% der Leistungen in maximal vier Leistungs-

gruppen seien weder medizinisch noch wirtschaftlich sinnvoll.

### Das Personalbemessungssystem überdenken

Der VPKA Bayern warnt zudem vor der Einführung eines verbindlichen ärztlichen Personalbemessungssystems. Erfahrungen mit Pflegepersonaluntergrenzen und Pflegebudgets hätten gezeigt, dass solche Vorgaben zu massiven Kostensteigerungen und Bürokratie führen. Auch in Pflege und Psychiatrie sei auf bestehende Regelungen zu verzichten, um die Versorgung effizient und wirtschaftlich zu gestalten. „Die Krankenhausreform darf nicht auf strukturelle Mindestanforderungen und Standortreduzierungen reduziert werden. Qualität muss im Fokus stehen“, fasst Strobach zusammen. Der VPKA Bayern fordert daher eine substantielle Überarbeitung des KHAG, um eine patientenorientierte und nachhaltige Krankenhausversorgung zu gewährleisten. ■

www.vpka.de

# Berliner Beteiligung am Transformationsfonds gefordert

Die Berliner Krankenhausgesellschaft und weitere Verbände und Träger der Gesundheitsversorgung warnen in einem offenen Brief vor gravierenden finanziellen Folgen, falls Berlin seinen Eigenanteil am geplanten Transformationsfonds nicht zahlt.

Ohne diesen Beitrag entgehen der Hauptstadt dringend benötigte Bundesmittel für die Krankenhausreform – für jeden nicht investierten Euro verliert Berlin voraussichtlich 2,33 € vom Bund. Wird der Landesanteil nicht gesichert, ist die Chance vertan, die Berliner Krankenhausstrukturen mit Hilfe verfügbarer Bundesmittel zukunftsfähig und krisenfest zu machen.

Der Transformationsfonds soll den Umbau und die Modernisierung der Krankenhausstrukturen im Zuge der Krankenhausreform finanzieren. Der Bund kündigte an, für die nächsten vier Jahre 70% der Kosten zu übernehmen, die Länder müssten entsprechend 30% beisteuern. Diese Änderung des bisherigen 50:50-Schlüssels muss jedoch noch gesetzgeberisch umgesetzt werden. Für Berlin würden dies rund 75 Mio. € jähr-



Brit Ismer

lich bedeuten. Der Haushaltsentwurf sieht jedoch nur fünf Mio. € für 2026 und zehn Mio. € für 2027 vor. Damit würde das Land zu Lasten der Krankenhäuser und damit der Patienten auf einen Großteil der möglichen Bundesmittel verzichten. Bereits heute besteht in den Berliner Kliniken ein massiver Investitionsstau. Die Finanzierung der nötigen Umstrukturierungen auch nur im Ansatz aus Eigenmitteln sei



Priv.-Doz. Dr. Peter Bobbert

unmöglich. Ohne vollständige Beteiligung am Transformationsfonds verspielt Berlin die Chance, seine Krankenhausversorgung zukunftsfähig und krisenfest aufzustellen – zum Schaden aller Berlinerinnen und Berliner.

Die Vorsitzende des Vorstands der Berliner Krankenhausgesellschaft, Brit Ismer, meint dazu: „Das Land Berlin hat der Krankenhausreform – und damit auch



Rebecca Zeljar

dem Transformationsfonds – zugestimmt. Damit ist es gesetzlich dazu verpflichtet, notwendige Mittel bereitzustellen. Nur mit einem ausreichend ausgestatteten Transformationsfonds wird Berlin die Ziele der Krankenhausreform erreichen, die zu verbesserten Krankenhausstrukturen führen.“

Rebecca Zeljar, Leiterin der vdek-Landesvertretung Berlin/Brandenburg fragt:



Hajo Fritzen

„Kann es sich Berlin leisten, Milliarden aus dem Transformationsfonds verfallen zu lassen?“ Krankenhäuser bräuchten Investitionen in die Zukunft – ohne zusätzlichen Druck auf die Beitragssätze. Nur mit einer fairen Kofinanzierung durch das Land können diese Investitionen gelingen.

Hajo Fritzen, stellv. Vorstandsvorsitzender der AOK Nordost: „Die Krankenhausreform verspricht einen qualitätsorientier-

ten Umbau der Krankenhauslandschaft. Wir als AOK Nordost setzen uns für effiziente Strukturen ein. Wir wissen aber: eine bessere Behandlungsqualität gibt es nicht, wenn Berlin zu wenig Geld dafür bereitstellt. Das Land muss daher seiner Verantwortung nachkommen und ausreichende Mittel in den Transformationsfonds einzahlen. Gesundheit und Pflege sind ein Topthema für unsere Versicherten – es sollte auch ein Topthema der Berliner Landesregierung sein.“

Priv.-Doz. Dr. Peter Bobbert, Präsident der Ärztekammer Berlin unterstreicht, dass Berlins Zukunft von einer guten medizinischen Versorgung abhängt. Diese brauche eine bessere Finanzierung der Krankenhäuser. „Seit Jahren vernachlässigt das Land Berlin diese Aufgabe“, so Bobbert. Der Senat müsse handeln und die einmalige Kofinanzierung durch den Bund vollumfänglich sichern. ■

www.bkgv.de  
www.vdek.com  
www.aok.de/pk/nordost/  
www.aekb.de

## Aktionsbündnis Gesundheit Saarland

Das Aktionsbündnis Gesundheit Saarland fordert eine grundlegende Neuausrichtung des Gesundheitswesens. Ziel ist ein bedarfsgerechtes Versorgungssystem, das auf einem primärärztlichen und hausapothekenorientierten Ansatz basiert.

Nach Ansicht des Bündnisses kann nur so die medizinische Versorgung langfristig gesichert und gesteuert werden. Das Saarland soll dafür zur Modellregion werden. „Wir brauchen im Saarland endlich ein Gesundheitsystem, das sich am tatsächlichen Bedarf der Menschen orientiert und die vorhandenen Strukturen sinnvoll verknüpft. Organisatorische Ineffizienz und politische Mutlosigkeit dürfen nicht mehr über dem Patientenwohl stehen“, betont Dr. Josef Mischo, einer der Bündnis-Sprecher. „Das Saarland-Modell wurde von allen relevanten Beteiligten an der Gesundheitsversorgung im Saarland erarbeitet. Es ist

ein schwieriger, aber realistischer Weg, die Versorgung krisenfest und zukunftssicher zu machen.“

Das Konzept umfasst fünf zentrale Forderungen. Konkret sieht das Saarland-Modell Maßnahmen wie eine verpflichtende Dringlichkeitseinschätzung vor Notfallbesuchen, eine stärkere Rolle von Hausärzten und Apotheken sowie neue Anreize für Landärzte vor. Auch die digitale Patientensteuerung, der Ausbau von Telemedizin und eine engere Zusammenarbeit zwischen Krankenhäusern, Ärzten und Apothekern sind zentrale Bausteine. Das Aktionsbündnis bietet der Landesregierung seine aktive Mitarbeit bei der Umsetzung ausdrücklich an. ■

www.skgev.de

www.aerztekammer-saarland.de



Foto: Aktionsbündnis Gesundheit Saarland

## Neue Methodik zur Ermittlung von Klinikstandorten

Für eine optimale Versorgung bei Lungenkrebs-Operationen sind in Deutschland aus Patientensicht nur 19 von derzeit 142 behandelnden Krankenhäusern erforderlich. Für die dabei entstehenden Überlebensvorteile nehmen die Betroffenen längere Anfahrtswege in Kauf. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie des Barmer Instituts für Gesundheitssystemforschung (bifg) in Zusammenarbeit mit den Mitgliedern der „Regierungskommission Krankenhaus“, Prof. Dr. Boris Augurzyk, Prof. Dr. Christian Karagiannidis und Prof. Dr. Jochen Schmitt. Die Studie basiert auf einer durch das Barmer-Institut entwickelten Methodik zur patientenzentrierten Versorgungsplanung. Sie lässt sich für jede komplexe stationäre Behandlung anwenden und hat exemplarisch optimale Krankenhausstandorte für die chirurgische Behandlung von Lungenkrebs bestimmt.

„Das wohlfahrtsbasierte Modell zur Ermittlung von Krankenhausstandorten richtet die Versorgungsplanung erstmals konsequent an den Bedürfnissen der Patienten aus. Es ist eine Blaupause für eine moderne patientenzentrierte Bestimmung von stationären Standorten“, sagt Prof. Dr. Christoph Straub, Vorstandsvorsitzender der Barmer.

### Eine Methodik, die Versorgung patientenzentriert sieht

Die Studie zeigt, dass eine höhere Fallzahl und größere Erfahrung eines Krankenhauses bei der chirurgischen Behandlung von Lungenkrebs zu besseren Überlebenschancen führt. Dies deutet auf eine gesteigerte Versorgungsqualität durch Zentralisierung hin. Zudem wurden 1.000 Personen u.a.

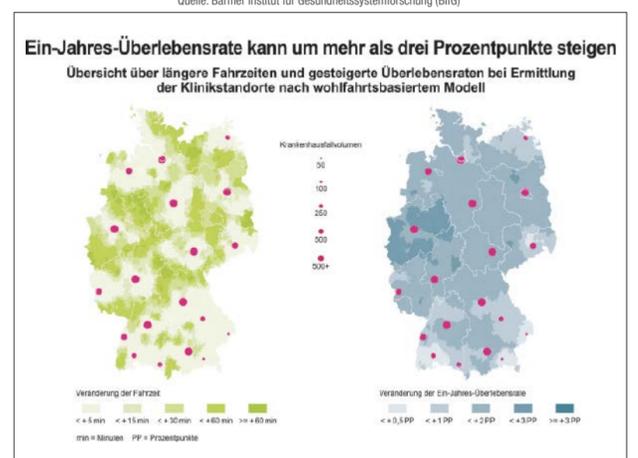
dazu befragt, welche Entfernung zu einer Klinik je nach Qualität der dortigen Versorgung aus ihrer Sicht angemessen sei. Anhand dieser Wechselwirkung wurde anschließend bestimmt, an welchen Standorten Lungenkrebs chirurgisch idealerweise behandelt werden sollte.

Diese so gewählten Behandlungsorte stellen für die Gesamtheit der Betroffenen die optimale Balance zwischen Behandlungsqualität und räumlicher Nähe dar. „Patienten legen großen Wert auf eine qualitativ hochwertige Versorgung. Dafür sind sie bereit, auch längere Fahrtwege in Kauf zu nehmen. Diese Erkenntnisse sollten künftig in eine patientenzentrierte Planung von Versorgungsstrukturen einfließen“, so Straub.

### Patientenzentrierte Versorgungsplanung als Zukunftsmodell

Aus Sicht der Autoren wurde mit dieser Studie vor allem der Nachweis für die praktische Anwendbarkeit der Methodik erbracht. „Mit dieser Arbeit konnten wir zeigen, dass es möglich ist, Versorgungsplanung konsequent an den Bedürfnissen der Menschen auszurichten und wie laufende Qualitätssteigerungen in die stationäre Versorgung implementiert werden können. In den nächsten Schritten möchten wir unsere Methodik auf andere medizinische Leistungen und den großen Bereich der Grundversorgung ausweiten“, so Straub. Auch eine sektorenübergreifende Optimierung von Versorgungsstrukturen sei mit entsprechenden Anpassungen des Modells denkbar und erstrebenswert. ■

www.bifg.de  
www.barmer.de



# Höchste Priorität für die Gesundheitsversorgung

Krankenhäuser, Reha-Kliniken und Pflegeeinrichtungen sind unterfinanziert. Es fehlt an Personal und die Bürokratiebelastung ist unerträglich.

Johanna Pfaff, Stuttgart

Neben den bekannten Belastungen, „rückt die Krisenvorsorge immer mehr in den Fokus der Einrichtungen: Die jüngsten Erfahrungen etwa mit Pandemien oder militärischen Konflikten zeigten, dass Gesundheitseinrichtungen gut vorbereitet sein müssen, um schnell reagieren zu können“, so Heiner Scheffold, Vorstandsvorsitzender der Baden-Württembergischen Krankenhausgesellschaft (BWKG), mit Blick auf die Ergebnisse des aktuellen BWKG-Indikators (1/2025). Beim dieser Umfrage werden zweimal im Jahr die Geschäftsführenden der BWKG-Mitglieder nach ihren Einschätzungen zur aktuellen Lage der Einrichtungen gefragt. Zudem stelle der Klimawandel eine immer größere Herausforderung für Gesundheitseinrichtungen sowie ihre Mitarbeitenden und Patienten dar. Insbesondere um den Auswirkungen extremer Wetterereignisse und Hitzewellen entgegenzuwirken, seien gezielte Investitionen erforderlich.

„Wir fordern von Bund und Land, der Gesundheitsversorgung den ihr gebührenden Rang einzuräumen, diese angemessen zu finanzieren und Grundlagen für die Krisenvorsorge und die Bewältigung der Klimafolgen zu schaffen“, fordert Scheffold. Wenn man die Menschen im Land frage, was ihnen politisch wichtig ist, dann stehe die Gesundheitsversorgung immer ganz oben. So hätten in einer Bevölkerungs-umfrage des Bundesumweltamts 81 % der Befragten angegeben, dass ihnen der



Zustand des Gesundheitswesens „sehr wichtig“ ist. Das war der höchste Wert in der Befragung. Die Ergebnisse des aktuellen Indikators zeigen deutlich, dass dies im politischen Handeln offensichtlich noch nicht angekommen ist.

## Ergebnisse des BWKG-Indikators 1/2025

„Die Bilanzen der Krankenhäuser im Land sind nach wie vor tiefrot“, so Scheffold, der Vorstandsvorsitzende der Baden-Württembergischen Krankenhausgesellschaft, der auch Landrat des Alb-Donau-Kreises ist. 64,6 % der Krankenhäuser erwarten für das Jahr 2025 rote Zahlen. Leichte Verbesserungen im Vergleich zu früheren Prognosen seien auf die Sonderprogramme des Landes von jeweils 150 Mio. € in den Jahren 2024 und 2025 sowie die Aufstockung der Pauschalförderung zurückzuführen. Auch die angekündigten temporären Verbesserungen der Betriebskostenfinan-

zierung durch die neue Bundesregierung habe leichte Verbesserungen der Prognosen für 2025 zur Folge.

„Diese Verbesserungen zeigen, dass die Probleme erkannt wurden. Gelöst werden sie so jedoch nicht“, so Scheffold. Es bleibt also eine unhaltbare Situation: Zwar sind viele Krankenhausträger den schweren Weg zu umfassenden Strukturpassungen gegangen, was zu einer bundesweit vorbildlichen Krankenhausstruktur geführt hat. Eine bessere Finanzlage hat das nicht zur Folge. Der Gesetzgeber muss dringend handeln! Die politisch gewollten Strukturpassungen müssen auch finanziell honoriert werden, sonst läuft die Strukturreform ins Leere.

Für 77,0 % der Krankenhäuser ist es schwierig oder eher schwierig, Pflegefachkräfte zu finden. 75,9 % haben Probleme, freie Stellen im Funktionsdienst neu zu besetzen und 55,6 % haben Schwierigkeiten, freie Stellen im Ärztlichen Dienst neu zu besetzen.

Eine stabile und ausreichende Finanzierung ist auch eine zentrale Voraussetzung dafür, den Mitarbeitern attraktive Arbeitsbedingungen bieten zu können. Gute Arbeitsbedingungen sind zentral für die Zukunft, denn die Konkurrenz um gute Mitarbeiter nimmt zu.

„Die Reha-Kliniken brauchen einen gesetzlichen Anspruch auf eine leistungsgerechte Vergütung, der gegenüber den Kostenträgern auch tatsächlich durchsetzbar ist“, so Scheffold. Nach dem BWKG-Indikator 1/2025 gehen rund 47,4 % der Reha-Kliniken davon aus, dass 2025 mit roten Zahlen enden wird. Die schwierige wirtschaftliche Lage der Reha-Kliniken sei eine Folge von nicht finanzierten Kostensteigerungen aus den vergangenen Jahren.

Die positiven Effekte einer guten Reha sind bekannt und auch, dass sich Reha in der Gesamtbetrachtung rechnet. Die Rahmenbedingungen für die medizinische Rehabilitation müssen endlich spürbar verbessert werden. Der Zugang zu Maß-

nahmen der Prävention und Rehabilitation müsse beispielsweise schnell vereinfacht werden. Zudem müsse das Reha-Budget in der Rentenversicherung bedarfsgerechter ausgestaltet werden.

„Ein weiteres großes Problem für die Reha-Kliniken ist der Personalmangel“, so Scheffold. 73,7 % der Reha-Klinikgeschäftsführungen geben an, dass es schwierig oder eher schwierig ist, offene Stellen im ärztlichen Dienst neu zu besetzen. 65,3 % haben Schwierigkeiten, Pflegefachkräfte zu finden und 68,4 % haben Probleme, Stellen im medizinisch-technischen Dienst und insbesondere in Therapieberufen zu besetzen. Völlig unverständlich sei in diesem Zusammenhang, dass die Reha-Kliniken immer noch nicht Träger der generalistischen Pflegeausbildung sein dürfen.

„Den Pflegeeinrichtungen fehlt es sowohl an Personal als auch an Geld“, so Scheffold. Eine grundlegende Pflegereform mit einem Schwerpunkt auf der Finanzie-

rung sei überfällig. Nach den Zahlen des BWKG-Indikators 1/2025 rechnen für das Jahr 2025 31,3 % der Pflegeeinrichtungen mit roten Zahlen.

„Die Baden-Württembergische Krankenhausgesellschaft fordert schon lange eine grundlegende Reform der Pflegefinanzierung in Deutschland“, macht der Vorstandsvorsitzende deutlich. Der Eigenanteil müsse stabil und planbar werden. Mehrkosten müssen solidarisch finanziert werden. Dafür sei ein „Sockel-Spitze-Tausch“ nötig. Danach werden die Eigenanteile begrenzt und Kostensteigerungen von der Solidargemeinschaft getragen.

„Die Ergebnisse des Indikators zeigen sehr deutlich, wie schwierig die Personalsituation in den Pflegeeinrichtungen ist“, so Scheffold weiter. 86,3 % der Geschäftsführungen von Pflegeeinrichtungen geben an, dass es schwierig oder eher schwierig ist, offene Stellen für Pflegefachkräfte zu besetzen. 44,9 % berichten von Schwierigkeiten bei der Suche nach Pflegehilfskräften und 59,8 % bei der Besetzung von Ausbildungsplätzen in der Pflege. Um in allen Bereichen genügend Personal zu haben, müsse neben der Ausbildung von Pflegefachkräften auch die Ausbildung von Pflegehilfskräften verstärkt und die Anerkennung ausländischer Mitarbeiter beschleunigt werden.

„Ein weiteres Muss ist, dass beim Bürokratieabbau ernst gemacht wird“, so Scheffold abschließend. Wenn Pflegekräfte und Ärzte rund ein Drittel ihrer Zeit mit Bürokratie verbringen und somit immer weniger Zeit für ihre Patienten oder Bewohner haben, ist es kein Wunder, dass sie ihren Beruf weniger gerne ausüben. Hier muss die Politik endlich ansetzen. ■

| www.bwkg.de |

## 79 Mio. Euro fließen in die medizinische Versorgung ländlicher Regionen

Bereits im sechsten Auszahlungsjahr erhalten bedarfsnotwendige Krankenhäuser im ländlichen Raum einen finanziellen Zuschlag, um die stationäre Versorgung der Bevölkerung sicherzustellen. Im Jahr 2026 werden insgesamt 79 Mio. € zusätzlich zur normalen Krankenhausauffinanzierung gezahlt, das sind 18,8 Mio. € Fördergelder mehr als im laufenden Jahr. Somit bekommen 129 bedarfsnotwendige Krankenhäuser Jahr eine pauschale Förderung durch die gesetzlichen Krankenkassen (GKV) und die private Krankenversicherung (PKV). Die Vertragsparteien auf Bundesebene - GKV-Spitzenverband, PKV-Verband und die Deutsche Krankenhausgesellschaft (DKG) - haben sich fristgerecht auf die Liste der bedarfsnotwendigen Krankenhäuser geeinigt.

Die Förderhöhe richtet sich nach der Anzahl der vorgehaltenen Fachabteilungen. Hält ein Krankenhaus eine oder zwei der notwendigen Fachabteilungen vor, erhält es einen Zuschlag von 500.000 €. Für jede weitere der bedarfsnotwendigen Fachabteilungen kommen 250.000 € dazu. Gesetzlich vorgegeben sind somit je Haus zwischen 500.000 und 1.000.000 €. Im Jahr 2026 verteilen sich die Zuschläge auf 91 Häuser mit je 500.000 €, 18 Häuser mit je 750.000 € und 20 Häuser mit je 1.000.000 €.



Stefanie Stoff-Ahnis

Stefanie Stoff-Ahnis, stellvertretende Vorstandsvorsitzende des GKV-Spitzenverbandes: „Wichtig für die Patientensicherheit ist, dass Qualitätskriterien auch für bedarfsnotwendige Krankenhäuser in ländlichen Regionen beibehalten werden. Wir bedauern, dass geförderte Standorte nicht mehr nachweisen müssen, dass sie an der Notfallversorgung teilnehmen und entsprechende Strukturen vorhalten. Denn aus Sicht von Patienten sind solche

Strukturen von großer Bedeutung. Hinzu kommt, dass mehr Geld aus Beitragsgeldern fließt ohne Qualitätsnachweis. Das ist nicht im Sinne der Versicherungsgemeinschaft und derer Arbeitgeber.“

Krankenhäuser müssen die Kriterien des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) zur Vereinbarung von Sicherstellungszuschlägen gemäß § 136c Abs. 3 S. 2 SGB V erfüllen, um zuschlagsberechtigt zu sein. Die Vertragsparteien auf Bundesebene (GKV-Spitzenverband, Deutsche Krankenhausgesellschaft, PKV-Verband) vereinbaren jährlich eine Liste der Krankenhäuser, die diese Kriterien erfüllen. Berücksichtigt werden bedarfsnotwendige Krankenhäuser der Grundversorgung, die:

- jeweils eine Fachabteilung für Innere Medizin und für Chirurgie vorhalten und zusätzlich die Stufe der Basisnotfallversorgung,
  - die eine geburtshilfliche Fachabteilung vorhalten, sowie
  - Krankenhausstandorte mit einer Fachabteilung für Kinder- und Jugendmedizin.
- Der Zuschlag für die bedarfsnotwendigen Krankenhäuser wird auch dann ausbezahlt, wenn die entsprechenden Häuser kein Defizit haben. ■

| www.gkv-spitzenverband.de |

## Mehraufwand statt Entbürokratisierung

Das Gesetzesvorhaben, nämlich das Gesetz zur Befugnisweiterung und Entbürokratisierung in der Pflege sowie das Pflegefachassistenteneinführungsgesetz enthalten sinnvolle Maßnahmen, um die professionelle Pflege zu stärken und dem Fachkräftengpass entgegenzuwirken. Die geplante Kompetenzerweiterung für Pflegefachpersonen sowie die Einführung einer bundesweit geregelten und anschlussfähigen Pflegeassistenten-Ausbildung sind richtige Schritte. Gerade für die geplante Reform zur Primärversorgung braucht es die Kompetenzen von Pflegefachpersonen. Das Ziel einer spürbaren Entbürokratisie-

rung in der Pflege ist richtig und wichtig – gerade auch angesichts der angespannten Personalsituation. Umso bedeutsamer ist es, dass alle beteiligten Akteure in den Blick genommen werden, einschließlich der Pflegekassen.

Einige der vorgesehenen Regelungen im Gesetz bringen aus Sicht der Pflegekassen allerdings keinen erkennbaren Effizienzgewinn, sondern zusätzlichen Koordinierungsaufwand. Künftig sollen Pflegekassen jede Fristüberschreitung nach § 18c SGB XI zusätzlich begründen, selbst dann, wenn die Leistung längst abgeschlossen ist. Das führt zu nachträglicher Prüfung, interner

Rückverfolgung und neuer Dokumentation – ohne erkennbaren Nutzen für die Versicherten.

Ebenso würde die geplante Einrichtung eines Beratungsgremiums auf Bundesebene, dessen Ergebnisse zu Vereinheitlichungen bei der Beantragung von Leistungen führen sollen, neue bürokratische Strukturen auf Seiten der Pflegekassen schaffen. Hier sollte man besser auf bereits etablierte Gremien und Formate zurückgreifen. ■

| www.bv.aok.de |

**Damit Perspektiven zu Erfolgen werden.**

Mit Branchenwissen, Erfahrung und Engagement. Ihr strategischer Partner im Gesundheitswesen.

Alle Infos auf [apobank.de/firmenkunden](http://apobank.de/firmenkunden)

**apoBank** Bank der Gesundheit

ADVERTORIAL

# Knapp eine Milliarde Euro neue Gelder im Wertpapiergeschäft mit Kunden

Die Deutsche Apotheker- und Ärztebank erwirtschaftete im ersten Halbjahr 2025 einen Jahresüberschuss in Höhe von 49,5 Mio. €. Das Teilbetriebsergebnis vor Risikoversorge erreichte 210,6 Mio. € und lag damit wie geplant unter seinem Vorjahreswert.

Ihre Rücklagen und Reserven hat die Deutsche Apotheker- und Ärztebank (ApoBank) einmal mehr gestärkt. Für das Gesamtjahr erwarten sie, ihre Mitglieder erneut mit einer attraktiven Dividende am Geschäftserfolg beteiligen zu können.

Die Vertriebsleistung der ApoBank entwickelte sich im Berichtszeitraum sehr dynamisch. Damit unterstrich die Bank ihren Anspruch, ihre starke Marktposition noch weiter auszubauen. Das Kreditneugeschäft sprang um knapp 1 Mrd. € auf über 3,0 Mrd. €. Treiber waren Finanzierungen für heilberufliche Existenzgründungen und für Immobilien. Der Kreditbestand bei Praxis- und Apothekenfinanzierungen erhöhte sich auf 8,9 Mrd. € (31.12.2024: 8,5 Mrd. €). Der Bestand an Immobilienkrediten lag bei 16,7 Mrd. € (31.12.2024: 16,6 Mrd. €).

Die Strategie, sich vor allem auf das mandatierte Wertpapiergeschäft mit Privatkunden zu fokussieren, zahlt sich aus. Die Bank akquirierte neue Gelder für die Vermögensverwaltung in einem Umfang von fast 1 Mrd. €. Das dort betreute Volumen stieg von 7,7 auf 8,5 Mrd. €. Das Depotvolumen erreichte 14,4 Mrd. € (31.12.2024: 13,5 Mrd. €).



Matthias Schellenberg

Die Zahl der Kunden ist auf knapp 510.000 angewachsen. Auch der Zustrom neuer Mitglieder blieb weiter auf hohem Niveau. In den ersten sechs Monaten hat die Bank mehr als 1.400 neue Mitglieder gewonnen. Bis zum Jahresende wird auch der Gesamtbestand steigen – gegen den Markttrend bei Genossenschaftsbanken.

Matthias Schellenberg, Vorstandsvorsitzender der ApoBank: „Wir sind zufrieden mit unserem Halbjahresergebnis. Unsere Vermögensverwaltung boomt und bei Existenzgründungen wachsen wir. Wir sind gefragt und unsere Agenda 2025 trägt weitere Früchte: Unseren Spitzenplatz als Bank der Gesundheit haben wir in den letzten zweieinhalb Jahren Schritt für Schritt ausgebaut. Damit haben wir ein gutes Fundament für weiteres Wachstum geschaffen.“



apoBank-Zentrale

## Ausblick auf das Gesamtjahr 2025

Die über drei Jahre laufende Strategie-Agenda 2025 ist auf der Zielgeraden; bis Jahresende wird sie erfolgreich abgeschlossen sein. Ein Nachfolgeprogramm mit dem Namen Primus 2028 wird bereits vorbereitet. Aufbauend auf den Erfolgen der Agenda 2025 wird es darum gehen, die führende Marktposition bei selbstständigen Heilberuflern weiter auszubauen und angesichts der zunehmenden Zahl angestellter Heilberufler ein stärkeres Augenmerk auf diese wachsende Kundengruppe zu richten.

Für das zweite Halbjahr 2025 rechnet die ApoBank mit einer weiterhin erfreulichen Entwicklung der Ertragslage, wenngleich das Teilbetriebsergebnis mit dem nachlassenden Rückenwind aus dem Zinsumfeld

unter dem Niveau des Jahres 2024 liegen wird. Ein reges Kreditneugeschäft sowie das Provisionsgeschäft dürften zinsbedingt wegfallende Erträge aus dem Einlagengeschäft teilweise kompensieren.

Dr. Christian Wiermann, Finanzvorstand: „Operativ sind wir stark. Das spiegelt sich in der lebhaften Kreditvergabe und einem starken Wertpapiergeschäft mit Kunden wider. Gleichzeitig investieren wir in weiteres Wachstum. Dass wir gut aufgestellt sind, zeigt sich auch in unserem sehr guten Ergebnis im EZB-Stresstest. Wir gehören zu den Banken in Deutschland, die am besten beim Stresstest abgeschnitten haben. Die harte, „fully-phased-in“ Kernkapitalquote beispielsweise ging im simulierten Krisenfall um nur 270 Basispunkte auf 11,0 % zurück.“

## Die Ergebnisse im Einzelnen

Die Ergebnisse im ersten Halbjahr 2025 im Einzelnen: Der Zinsüberschuss betrug 495,9 Mio. €. Ein starkes Darlehensneugeschäft – das von 2,1 Mrd. auf 3,0 Mrd. € gestiegen ist – sowie u.a. Maßnahmen in der strategischen Zinsbuchsteuerung haben negative Effekte aus dem gesunkenen Zinsniveau ausgeglichen.

Einen leichten Anstieg verzeichnete der Provisionsüberschuss; er erhöhte sich auf 95,9 Mio. € (30.06.2024: 91,3 Mio. €). Dabei legten die Erträge aus dem Wertpapiergeschäft mit Kunden im Zuge der positiven Entwicklung in der Vermögensverwaltung und bei Vorsorgeprodukten deutlich zu. Dem standen im Einklang mit dem kräftigen Kreditneugeschäft höhere Aufwen-

dungen für vermittelte Kredite gegenüber. Der Verwaltungsaufwand stieg auf 384,7 Mio. € (30.06.2024: 346,8 Mio. €). Dabei legten sowohl der Personalaufwand als auch der Sachaufwand inklusive Abschreibungen zu. Insbesondere steigende Löhne und Gehälter sowie durch Investitionen in die Bank bedingte Aufwendungen für Projekte und Dienstleistungen waren hierfür verantwortlich. Mit 65,4 % liegt die Cost-Income-Ratio unverändert unter der von der Bank definierten Obergrenze von 70 % (1. Halbjahr 2024: 58,4 %).

Per saldo ging das operative Ergebnis, d.h. das Teilbetriebsergebnis vor Risikoversorge, auf 210,9 Mio. € zurück (30.06.2024: 262,6 Mio. €). Geplant hatte die Bank mit einem noch größeren Rückgang.

Die Risikoversorge für das operative Geschäft stieg auf -57,8 Mio. € (30.06.2024: -30,3 Mio. €). Hintergrund waren gestiegene Nettozuführungen zu Einzelwertberichtigungen im Firmenkundenportfolio. Die Risikoversorge mit Reservecharakter belief sich auf -36,2 Mio. € (30.06.2024: -87,1 Mio. €) und lag damit unter Vorjahr, aber höher als geplant.

Schließlich betrug das Betriebsergebnis vor Steuern 116,5 Mio. € (30.06.2024: 145,3 Mio. €). Nach Steuern ergibt sich ein Jahresüberschuss in Höhe von 49,5 Mio. € (30.06.2024: 47,8 Mio. €).

Die Bilanzsumme war zur Jahresmitte stabil bei 51,4 Mrd. € (31.12.2024: 51,8 Mrd. €). Die harte Kernkapitalquote kletterte auf 21,0 % (31.12.2024: 17,1 %), die Gesamtkapitalquote auf 22,6 % (31.12.2024: 18,3 %).

www.apobank.de |

## Führung wirksam gestalten – Seminar für leitende Ärzte



Management Forum Starnberg

Professionelle Führung ist heute eine Schlüsselkompetenz für leitende Ärztinnen und Ärzte, gerade angesichts wachsender Anforderungen im Klinikalltag, zunehmender Komplexität und steigenden Erwartungen an Führungskultur und Teamverantwortung.

Das Seminar „Führungskompetenz für leitende Ärztinnen und Ärzte“ richtet sich an Chef- und Oberärzte, die ihre Führungsrolle wirksam, reflektiert und praxisnah gestalten möchten. Im Fokus stehen wirkungsvolle Gesprächsführung, konstruktives Konfliktmanagement sowie

der souveräne Umgang mit Macht- und Statusdynamiken im Krankenhaus.

Referent ist Jens Hollmann, Inhaber von medplus-kompetenz. Er zählt zu den erfahrensten Experten für ärztliche Führung im deutschsprachigen Raum. Mit umfassender Erfahrung in der Begleitung von Transformations- und Führungsprozessen im Krankenhaus kennt er die spezifischen Herausforderungen medizinischer Führungskräfte aus der Praxis. ■

www.management-forum.de |

### Termin

#### Praxis-Seminar „Führungskompetenz für leitende Ärztinnen und Ärzte“

4. und 5. November, Berlin  
27. und 28. Januar 2025, München  
www.management-forum.de/aerzte

## Forderung nach besserem Schutz für Praxisteams



Foto: Asier - stock.adobe.com

Die KVWL hatte im vergangenen Jahr eine Blitz-Umfrage zum Thema Gewalt unter ihren Mitgliedern durchgeführt. Insgesamt haben 750 Praxen in kürzester Zeit geantwortet. Fast ein Viertel gab dabei an, aufgrund von verbaler oder körperlicher Gewalt schon einmal darüber nachgedacht zu haben, ihre Praxis aufzugeben. Fast 20% erklärten, dass sie wegen Gewalterfahrungen in der Praxis Probleme haben, ausreichend Personal zu finden. Die Zahlen belegen eindringlich, dass hier seitens der Bundespolitik akuter Handlungsbedarf besteht. Aber auch die KVWL bleibe nicht untätig und bietet den Praxen in Westfalen-Lippe beispielsweise entsprechende Schulungsangebote zur Gewaltprävention an.

Dr. Dirk Spelmeyer, Vorstandsvorsitzender der KVWL: „Die zunehmenden Gewaltausbrüche gegenüber Ärzten, Psychotherapeuten sowie dem Praxispersonal sind besorgniserregend. Leider fanden

die Forderungen aus der Ärzteschaft nach einer gesetzlichen Verschärfung für einen besseren Schutz von Praxisteams in der Gesetzgebung der Ampel-Koalition keine Berücksichtigung. Hier muss die Bundesregierung dringend nachbessern.“

Dr. Hermann Lorenz, Leiter der KVWL-Bezirksstelle Minden: „Solche Vorfälle

haben in den vergangenen Jahren leider stark zugenommen. Die Politik – aber auch wir als Gesamtgesellschaft – dürfen diese Fehlentwicklung nicht länger tolerieren, da ansonsten die ambulante vertragsärztliche Versorgung massiv gefährdet wird.“ ■

www.kvwl.de |

## Ruf nach mehr Studienplätzen

In Krankenhäusern und Praxen herrscht ein eklatanter Mangel an ärztlichen Fachkräften, der aus Sicht der Ärztekammer Westfalen-Lippe (ÄKWL) immer stärker die Patientenversorgung gefährdet. Gründe dafür sieht die Kammer nicht vorrangig in zu langwierigen Gleichwertigkeitsprüfungen von ausländischen Medizin-Abschlüssen oder zu schwierigen Fachsprachen- und Kenntnisprüfungen, für die die Kammer zuständig ist.

Vielmehr fordert der Vorstand der Ärztekammer Westfalen-Lippe erneut, die seit der Wiedervereinigung gestrichenen ca. 6.000 Studienplätze für Humanmedizin umgehend wieder einzurichten. Zum damaligen Zeitpunkt habe es in Deutschland 15.000 Studienplätze für Medizin gegeben, jetzt seien es noch knapp 10.000. „An Bewerbern mangle es nicht“, so ÄKWL-Präsident Dr. Hans-Albert Gehle.

Sowohl im Bereich der Niederlassung als auch in den Krankenhäusern fehlten Ärzte in der Patientenversorgung, was auch negative Auswirkungen auf die ärztliche Weiterbildung zum Haus- oder Facharzt habe. Entsprechende Arztstühle könnten nicht nachbesetzt werden, so Gehle. Es dürfe auch nicht weiterhin sein, dass



Dr. Hans-Albert Gehle

Ärzte aus dem Ausland abgeworben werden, um die Versorgung von Patienten hierzulande aufrecht zu erhalten. Diese würden natürlich in ihren Herkunftsländern fehlen, wobei manche Länder sich bereits gegen dieses Ausbluten wehrten. Zumal auch die Anerkennung der ausländischen Abschlüsse insbesondere aus

Nicht-EU-Staaten durch die Bezirksregierung eine gewisse Zeit der Prüfung in Anspruch nehme. Auch deshalb blieben Arztstühle oder Arztstellen weiter unbesetzt.

Gegen den Vorwurf, die Ärztekammer Westfalen-Lippe hemme den Zugang von ausländischen Ärzten durch zu hohe Hürden bei den vorgeschriebenen Fachsprachen- oder Kenntnisprüfungen, wehrt sich der Kammerpräsident und verweist auf die Statistik: Termine für Kenntnisprüfungen sind im Regelfall in sechs Wochen, in Einzelfällen auf Wunsch auch in drei Wochen möglich. In den zurückliegenden Jahren hat jeder zweite Prüfling die Kenntnisprüfung auf Anhieb im ersten Versuch geschafft. Für die andere Hälfte ist ein weiterer, gegebenenfalls auch ein dritter Versuch nötig. Im Jahr 2024 haben nur sechs Prüfungskandidaten dieses Prüfungsziel in Nordrhein-Westfalen nicht erreicht.

„Für 95 % der Ärzte mit einem in einem Drittstaat erworbenen Examen stellt sich also nach einem der möglichen Prüfungsversuche der Erfolg ein“, so Gehle abschließend. ■

www.aekwl.de |

## Strafverschärfungen wären wichtiges Signal an die Betroffenen



Foto: DKG Lupa

Den Vorstoß von Gesundheitsministerin Nina Warken, Übergriffe auf Krankenhauspersonal und niedergelassene Ärzte härter zu bestrafen, begrüßt der Vorstandsvorsitzende der Deutschen Krankenhausgesellschaft Dr. Gerald Gaß: „Übergriffe auf Pflegekräfte, Ärzte müssen in der Strafbemessung Angriffen auf Rettungspersonal und Einsatzkräfte gleichgestellt werden. Hier ist nun die Ministerin gefragt, das Strafgesetzbuch entsprechend anzupassen.“ Für die Betroffenen in Kliniken und Praxen wäre dies vor allem ein Signal, dass Gewalttäter nicht mehr ohne oder nur mit geringsten Strafen davonkommen. Nun müssen den Worten Taten folgen, die Betroffenen dürfen nicht wie-

der mit Sonntagsreden und überlangen Prozessen enttäuscht werden.

Klar ist aber auch, dass die Strafverschärfung das Problem zunehmender Gewalt alleine nicht lösen wird. Sie mag einige potentielle Täter abschrecken, ist aber vor allem ein wichtiges Zeichen an die Betroffenen, dass sie und ihre Arbeit ernst genommen werden. Wie viele andere leiden auch die Beschäftigten in Krankenhäusern und Arztpraxen unter zunehmender Verrohung, Respektlosigkeit und gesunkenen Hemmschwellen. Strafverschärfungen können hier nur ein Baustein unter vielen zur Lösung dieses gesamtgesellschaftlichen Problems sein. „Wir brauchen eine breite gesellschaft-



Dr. Gerald Gaß

liche Debatte darüber, wie es uns in einer demokratischen und vielfältigen Gesellschaft gelingt, auch bei Meinungsverschiedenheiten gewaltfrei und respektvoll miteinander umzugehen“, so Gaß. ■

www.dkgv.de |

ADVERTORIAL

## Mehr Zeit für Patienten, weniger Belastung für MTR

Das DR 600 von Agfa überzeugt im Kreiskrankenhaus Emmendingen mit effizienten Prozessen, herausragender Bildqualität und reduzierter Strahlendosis.

Das Kreiskrankenhaus mit 260 Betten und jährlich rund 12.000 stationären sowie 23.000 ambulanten Patienten setzt in seiner Radiologie konsequent auf Digitalisierung. Mit etwa 16.000 Röntgenuntersuchungen pro Jahr ist die Abteilung ein zentraler Versorger im Haus. „Wir können uns keine langen Wartezeiten erlauben – weder bei der Bilderstellung noch bei den Folgeprozessen“, betont Chefarzt Dr. Ulrich Saueressig. Nach einer intensiven Auswahl entschied sich die Klinik für das DR 600 von Agfa, ein vollautomatisches Direktradiographiesystem, das seit der Installation den Arbeitsalltag deutlich erleichtert.

Das alte CR-System war in die Jahre gekommen, Service und Funktionalität hatten Defizite. Deshalb spielte neben der Technik auch die Kundennähe des Herstellers eine wichtige Rolle. Nach Besuchen vor Ort überzeugte das DR 600 durch seine Automatisierung, Erweiterbarkeit und intuitive Software. „Uns war wichtig, dass die MTR körperlich entlastet werden und wir gleich-

zeitig Patienten eine komfortable Untersuchung ermöglichen“, erklärt der Arzt.

### Einfache Bedienung, schneller Workflow

Im täglichen Ablauf fordern die Stationen Untersuchungen über das KIS an. Die Daten erscheinen automatisch in der Arbeitsliste des DR 600, sodass die MTR den Patienten nur auswählen muss. Vordefinierte Parameter und eine intelligente Belichtungsautomatik sorgen dafür, dass kaum manuelle Eingriffe notwendig sind.

Ein wesentlicher Vorteil: Die Röntgenröhre positioniert sich vollautomatisch. Das spart Kraft, reduziert Fehlbedienungen und gibt dem Personal mehr Zeit für den Patienten. Über eine Fernbedienung lassen sich Höhe und Position zusätzlich komfortabel anpassen. „Wir können uns intensiver um die Patienten kümmern, Abläufe erklären und Ängste nehmen“, sagt die leitende MTR Susanne Mahnkopf-Steffl.

Besonders geschätzt wird die drehbare Rasterlade: Statt den Detektor manuell umzulegen, reicht ein Knopfdruck, um zwischen Quer- und Hochformat zu wechseln. Die im System integrierte Kamera liefert zudem ein Livebild – sowohl am Gerät als auch an der Workstation. Damit behalten



Das DR 600 hat den Arbeitsalltag in der Radiologie des KKH Emmendingen spürbar verbessert. Automatisierte Prozesse entlasten die MTR, die Bildqualität unterstützt die Diagnostik, und die Patienten profitieren von kürzeren Wartezeiten und einem komfortableren Ablauf.

die MTR auch ältere oder demente Patienten stets im Blick und können schnell reagieren.

### Hohe Bildqualität und Dosisreduktion

Für die Radiologen überzeugt vor allem die Bildqualität. „Ich habe sofort einen guten Überblick und kann die Aufnah-

men leicht befunden, ohne nachjustieren zu müssen“, so Saueressig. Besonders bei anspruchsvollen Untersuchungen, etwa beim Thorax im Liegen, zeigt sich der Vorteil der MUSICA-Bildprozessierung. Sie ermöglicht es, die Strahlendosis zu senken, ohne Einbußen bei der Qualität. Das DR 600 bietet zudem die Grundlage für weitere Digitalisierungsschritte. Für die Zukunft plant Dr. Saueressig die Etablie-



Dr. Ulrich Saueressig: „Für uns war das DR 600 die richtige Entscheidung – technisch, organisatorisch und im Sinne der Patientenversorgung.“

rung eines Closed Loop-Systems ähnlich der Medikation, um Patientenverwechslungen zu vermeiden. Agfa hat bereits die technischen Voraussetzungen geschaffen, indem softwareseitig die Möglichkeit zur Implementierung eines Barcode-Scanners besteht. Damit können Patienteninformationen vom Handgelenk oder Patientenbett automatisch erfasst und mit der Arbeitsliste abgeglichen werden, wodurch der richtige Patient automatisch ausgewählt und die Untersuchung gestartet wird.

Das DR 600 hat den Arbeitsalltag in der Radiologie des KKH Emmendingen spürbar verbessert. Automatisierte Prozesse entlasten die MTR, die Bildqualität unterstützt die Diagnostik, und die Patienten profitieren von kürzeren Wartezeiten und einem komfortableren Ablauf. „Für uns war es die richtige Entscheidung – technisch, organisatorisch und im Sinne der Patientenversorgung“, fasst Dr. Ulrich Saueressig seine positiven Erfahrungen zusammen. ■

! <https://agfaradiologysolutions.com/de/>

## Standardisierte Nieren-MRT zur personalisierten Medizin

Patienten mit chronischer Nierenerkrankung profitieren von einer frühzeitigen Diagnose. Ein internationales Team forscht an MRT-Technologien für bessere Lösungen.

Prof. Frank Zöllner, Institut für Intelligente Systeme in der Medizin, Uni Heidelberg

Ein europäisches Konsortium unter der Leitung des Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri IRCCS (Italien) zeigt mit dem Projekt RESPECT (Research Projects on Personalized Medicine with Emphasis on Clinical Translation), wie moderne MRT-Technologie künftig eine präzisere und personalisierte Versorgung von Patienten mit chronischer Nierenerkrankung (CKD) ermöglichen kann.

CKD betrifft weltweit mehr als jede zehnte Person. Die steigende Prävalenz stellt nicht nur ein wachsendes medizinisches, sondern auch ein sozioökonomisches Problem dar. Trotz des medizinischen Fortschritts ist die Anzahl wirksamer Therapien nach wie vor gering. Viele klinische Studien im Bereich CKD verlaufen ohne Erfolg. Dabei wäre eine frühzeitige Diagnose entscheidend, um das Fortschreiten der Erkrankung zu verhindern oder zumindest zu verlangsamen. Genau hier setzt das EU-finanzierte Forschungsprojekt an.



Prof. Dr. Zöllner

Im Rahmen von ERA PerMed (European Research Area Network in Personalized Medicine) JTC2020 wurde RESPECT als multinationales, multidisziplinäres und intersektorales Projekt konzipiert. Ziel war es, eine standardisierte, multiparametrische MRT-Methodik für die Diagnostik und das Monitoring zu entwickeln und dabei technische Barrieren wie die mangelnde Vergleichbarkeit unterschiedlicher MRT-Systeme zu überwinden. Gleichzeitig sollte eine technische Infrastruktur geschaffen werden, die sowohl den wissenschaftlichen Austausch

als auch die spätere Überführung in die klinische Praxis erleichtert.

### Renale MRT als vielversprechendes Werkzeug

Die multiparametrische Magnetresonanztomografie (mpMRT) bietet als bildgebende Methode eine nicht-invasive Möglichkeit, physiologische und pathologische Prozesse in der Niere sichtbar zu machen. Sie kann dabei sowohl strukturelle Veränderungen als auch funktionelle Parameter erfassen – und das ohne Kontrastmittelgabe. Ihre größte Stärke liegt in der Wiederholbarkeit und der Fähigkeit, eine Vielzahl von Parametern gleichzeitig zu erfassen. Doch bislang fehlte es an standardisierten Protokollen und herstellerübergreifender Validierung.

Durch die Zusammenarbeit führender europäischer Universitäten, Forschungseinrichtungen und Industriepartner konnte RESPECT diese Lücke schließen. In mehreren europäischen Kliniken wurden standardisierte MRT-Protokolle auf 1.5T- und 3T-Scannern etabliert. Die anschließende technische Validierung erfolgte mithilfe von Phantommessungen sowie Studien an gesunden Probanden und CKD-Patienten. Besonders Augenmerk lag dabei auf der Reproduzierbarkeit der Messergebnisse über verschiedene Scanner, Standorte und Zeitpunkte hinweg.

### Harmonisierung, KI und Datenplattform

In einer multizentrischen, herstellerübergreifenden Studie wurden insgesamt gesunde Probanden sowie Patienten an vier europäischen Zentren auf 3T-Scannern verschiedener Hersteller untersucht. Die unterschiedlichen MRT-Bildaufnahmesequenzen des mpMRT wurden harmonisiert, sodass vergleichbare Parametrisierungen der Bildgebung sichergestellt waren. Aktuell ist die Studie noch nicht vollständig abgeschlossen, jedoch zeigt eine Zwischenauswertung von 59 Probanden vielversprechende Ergebnisse:

- Gute Reproduzierbarkeit der gemessenen renalen MRT-Parameter (Blutfluss, Diffusion, Relaxationszeiten, etc.) zwischen den Herstellern der MRT-Geräte
- Intra-Class Correlation Coefficients (ICC) und Variationskoeffizienten (CVws) lagen auf einem sehr guten Niveau
- Bland-Altman-Analysen zeigten eine hohe Übereinstimmung zwischen Messungen an Tag 1 und Tag 14
- Die Ergebnisse übertrafen frühere Studien in Bezug auf Reproduzierbarkeit, was auf die optimierte Sequenzkonfiguration zurückgeführt wird.

Neben der technischen Standardisierung entwickelte RESPECT auch eine cloudbasierte Plattform zur zentralen Speicherung, Verarbeitung und Auswertung der MRT-Daten. Diese Plattform wurde gemeinsam

mit Siemens Healthineers konzipiert und ermöglicht sowohl den sicheren Austausch sensibler Gesundheitsdaten wie auch eine automatisierte Auswertung mithilfe von Künstlicher Intelligenz (KI).

Die eigens entwickelten Algorithmen erkennen Bildartefakte, führen Bildregistrierungen durch und segmentieren die Niere präzise. Damit schaffen sie die Grundlage für die Generierung standardisierter MRT-Biomarker, die in zukünftigen klinischen Studien zum Einsatz kommen können. Die erarbeiteten KI-Tools sind zudem nicht auf CKD beschränkt, sondern lassen sich auch auf andere Fragestellungen in der bildgebenden Diagnostik übertragen.

Ein weiterer Meilenstein war die aktive Einbindung von Patienten und deren Perspektive auf die Nutzung von KI und Datenaustausch im Gesundheitswesen. Eine umfassende Umfrage in fünf europäischen Ländern zeigte eine grundsätzlich positive Einstellung zur Datennutzung – unter der Voraussetzung transparenter Information und ethischer Standards. Diese Erkenntnisse flossen ein in neue, patientenfreundliche Einwilligungsfomulare und Leitlinien.

### Gewonnene Erkenntnisse und klinischer Ausblick

Eine Harmonisierung eines mpMRT Protokolls zur Darstellung der Nierenfunktion zeigt, dass die daraus gewonnenen Parameter

reproduzierbarer werden. Dies legt eine Basis für zukünftige multizentrische Studien. Diese Ergebnisse können weiter zur Etablierung der mpMRT in der klinischen Versorgung von Patienten mit CKD beitragen. Ein weiterer Punkt, der nach Beendigung der Studie von den Projektpartnern verfolgt wird, ist eine detaillierte Analyse, welche CKD mithilfe der durch mpMRT gewonnenen Parametern am besten charakterisiert. Zusätzlich wurde ein RESPECT-Nachfolgeprojekt („PERSONALISE-DKD“) beantragt und bereits im Rahmen von EP PerMed JTC2024 bewilligt. Hier sollen die Erkenntnisse aus dem RESPECT Projekt direkt Anwendung finden.

Das RESPECT-Projekt hat eindrucksvoll demonstriert, wie konsequente Standardisierung, technische Innovation und transnationale Zusammenarbeit einen bedeutenden Beitrag zur Nephrologie leisten. Die entwickelten MRT-Protokolle und KI-Tools stellen einen entscheidenden Schritt hin zur breiteren klinischen Nutzung multiparametrischer Nieren-MRT dar – und damit zur personalisierten, evidenzbasierten Versorgung von CKD-Patienten. Die erarbeiteten Grundlagen ermöglichen robustere klinische Studien wie auch eine bessere Diagnostik, Patientenstratifizierung und Therapiekontrolle. Damit leistet RESPECT einen wichtigen Beitrag zur Effizienzsteigerung in der nephrologischen Versorgung und perspektivisch zur Senkung der Kosten für Gesundheitssysteme. ■

! <https://respectmri.com/>

## Therapiebedingte Veränderungen auf CT-Bildern

Veränderungen von Lungentumoren sind dank Künstlicher Intelligenz schneller und präziser zu erkennen.

Wiederkehrende Tumorverlaufskontrollen sind für eine erfolgreiche Krebstherapie entscheidend. Im Projekt Spirabene hat das Fraunhofer-Institut für Digitale Medizin MEVIS eine Deep-Learning-basierte Software entwickelt, die krankheits- und therapiebedingte Veränderungen auf CT-Bildern noch schneller und genauer identifiziert – und so Heilungschancen verbessert und den Klinikalltag erleichtern kann. Um Lungenerkrankungen wie Bronchialkarzinome und Tumormetastasen frühzeitig zu erkennen und zu überwachen, werden weltweit immer mehr CT-Aufnahmen des Thorax angefertigt. Auch in Deutschland zählen sie mittlerweile zu den häufigsten radiologischen Untersuchungen: Wurden 2009 noch etwa 800.000 CT-Bilder der

Lunge angefertigt, waren es im Jahr 2020 bereits 1,3 Mio. Zwar lassen sich dank der Aufnahmen selbst kleinste Therapieeffekte und Nebenwirkungen feststellen und die Therapien somit optimieren. Ihr Vergleich ist allerdings hochkomplex, zeitaufwendig und fehleranfällig, da Radiologen die bildbasierte Kontrolle häufig unter hohem Zeitdruck durchführen müssen. Die automatische Herstellung anatomischer Korrespondenzen zwischen den Aufnahmen – die Registrierung – erleichtert dies.

### CT-Aufnahmen zuverlässig abgleichen

Um die Diagnostik zu optimieren und Ärzten den Klinikalltag zu erleichtern, setzt das Fraunhofer MEVIS gemeinsam mit den Projektpartnern Jung Diagnostics und der Universitätsmedizin Mainz (UMM) im vom BMBF geförderten Projekt SPIRABENE daher nun auf KI: „Wir haben eine Deep-Learning-basierte Software entwickelt, mit

der sich Lungentumoren innerhalb kürzester Zeit noch präziser verorten und vermessen sowie mögliche neue erkennen lassen“, erklärt Dr. Jan Moltz, Key Research Engineer im Bereich Medical Image Analysis am Fraunhofer MEVIS.

Für die Registrierung der Lunge werden vergangene mit aktuellen CT-Aufnahmen hinsichtlich anatomischer Korrespondenzen abgeglichen. Besonders herausfordernd ist dabei, dass zwei Bilder derselben Person ähnlich, aber eben nicht identisch sind – etwa aufgrund des unterschiedlichen Atemzustandes bei der Aufnahme und des möglichen Gewichtsverlusts durch die Therapie.

Die bildbasierte Verlaufskontrolle wird zwar bereits durch automatisierte Registrierung unterstützt, der Einsatz von Deep Learning ermöglicht jedoch einen noch schnelleren und präziseren automatisierten Abgleich der Aufnahmen. Dafür haben die Forscher neuronale Netze optimiert. Moltz erklärt: „Unsere Ergebnisse zeigen: Mithilfe von KI findet man im Vergleich zur her-

kömmlichen softwaregestützten Registrierung im Verlaufsbild 11% mehr Tumore automatisch wieder – und braucht dafür mit weniger als einer Sekunde lediglich ein Zehntel der Zeit.“ Damit werde auch weniger Rechenleistung verbraucht und Energie eingespart.

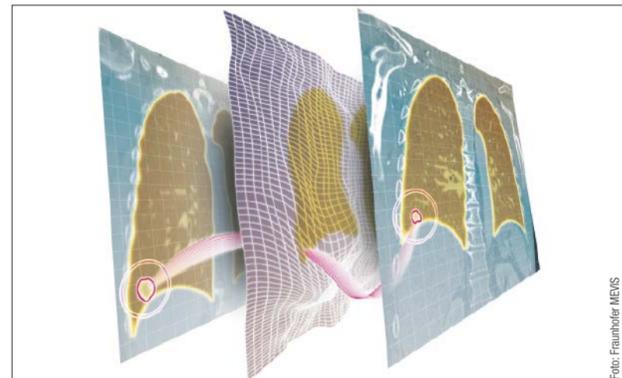
### Verlaufskontrolle mit KI-Unterstützung

Die vollautomatisierte Bildverarbeitungstechnologie haben die Forscher gemeinsam mit Ärzten der Universitätsmedizin Mainz konzipiert, damit sie direkt in bestehende Infrastrukturen der Klinik integriert und genutzt werden kann. Die Software wurde bereits im Klinikalltag getestet und evaluiert und könnte bald in der Praxis zum Einsatz kommen. Langfristig ist geplant, die KI-gestützte Verlaufskontrolle für den gesamten Körper zu ermöglichen. Moltz freut sich nach dem Testlauf über die ersten Erfolge: „Mich motiviert es, an

einer Software zu arbeiten, die tatsächlich in der Klinik zum Einsatz kommt und den Alltag für Ärzte zum Positiven verändert. Mit der Software können wir dazu beitragen, unwirksame Therapien rechtzeitig zu

erkennen, unnötige Nebenwirkungen und Kosten zu vermeiden und die Heilungschancen für Patientinnen und Patienten zu erhöhen.“ ■

! [www.mevis.fraunhofer.de/](http://www.mevis.fraunhofer.de/)



Dank eines Deep-Learning-Ansatzes lassen sich CT-Bilder in der Krebstherapie automatisch abgleichen.

# Es werde Licht – auch beim Bruch der Tibia

Frakturheilung wird neu gedacht. Moderne Perfusionsmessung mittels Nahinfrarotspektroskopie optimiert die klinischen Prozesse, kann die Heilungsprozesse überwachen und schonet die Patienten.

Claudia Schneebauer, Saarlois

Das Überwachen der Frakturheilung ist ein zentrales Element in der unfallchirurgischen und orthopädischen Versorgung. Bislang dominieren bildgebende Verfahren wie Röntgen und CT, ergänzt durch klinische Beurteilung. Diese liefern jedoch nur Momentaufnahmen, sind strahlenbelastend und erfassen keine funktionellen Parameter wie Durchblutung oder Sauerstoffversorgung. Denn ob ein Knochenbruch gut heilt, lässt sich daran ablesen, wie das Gewebe in der Bruchstelle durchblutet wird und wie das Blut mit Sauerstoff versorgt ist. Aktuelle Studien am Uniklinikum des Saarlandes zeigen, dass nicht-invasive Methoden mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) eine ebenso einfache wie schonende Ergänzung bieten.

Prof. Dr. Bergita Ganse und Kollegen fanden heraus, dass Perfusionsmessungen durch NIRS (misst Sauerstoffversorgung im Gewebe) sowie Laser-Doppler-Spektroskopie (Messen des Blutflusses durch Frequenzverschiebung von Licht) und Weißlichtspektroskopie (Bestimmen der Gewebeszusammensetzung durch Lichtabsorption und -streuung) neue Perspektiven eröffnen – sowohl für die Patientenversorgung als auch für die Weiterentwicklung smarter Implantate. In der Praxis handelt es sich um handlich kleine Messgeräte, die an der Bruchstelle auf die Haut gelegt werden. Bei einem Gips reicht es, wenn eine Aussparung frei bleibt.

## Kleine Geräte mit großem Potential

„Handelsübliche Messgeräte, die eigentlich für Untersuchungen der Haut und Mus-



Prof. Dr. Bergita Ganse

kulatur auf dem Markt sind, verwenden ungefährliches LED- und Laser-Licht, das so hell ist, dass es in den Knochen hineinscheint“, erklärt Ganse. Anhand von Schienbeinbrüchen belegte sie gemeinsam mit ihrem Team, wie sich der Heilungsverlauf von Brüchen mit diesen Messgeräten überwachen ließe.

Die Studien untersuchten longitudinal die Sauerstoffsättigung, den Anteil des mit Sauerstoff beladenen Hämoglobins im Gewebe bzw. O<sub>2</sub>Hb (oxygeniertes Hämoglobin, als Maß für die Sauerstoffbindung im Blut) und den Blutfluss BF im Frakturspalt bei Patienten mit Tibiafrakturen.

Die Ergebnisse zeigen konsistent: Die Sauerstoffsättigung sinkt nach der Fraktur nicht sofort, sondern erreicht ihr Minimum etwa zwei bis drei Wochen postoperativ. Danach steigt sie wieder an – ein Zeichen für beginnende Reoxygenierung und damit Heilung. Bei Patienten mit Pseudarthrose, eine ausbleibende Frakturheilung, bei der der Knochen auch nach mehreren Monaten nicht zusammenwächst, gab es diesen Anstieg nicht. Die Messungen mittels NIRS erlauben es, den Heilungsverlauf funktionell einzuschätzen, lange bevor strukturelle



Veränderungen im Röntgenbild sichtbar werden.

Diese Art der Messung bietet für Patienten den Vorteil einer strahlungsfreien, schmerzlosen und einfach wiederholbaren Kontrolle des Heilungsverlaufs. Ärzten liefert sie objektive, dynamische Parameter, die es ermöglichen, Heilungsverzögerungen frühzeitig zu identifizieren. Ebenso rasch und zeitnah ließen sich dann Gegenmaßnahmen einleiten. „Bei Unterschenkelfrakturen etwa gibt es in immerhin 14 von 100 Fällen Komplikationen, die heute erst spät entdeckt werden“, erläutert Ganse. „Um gezielt und frühzeitiger einer Fehlheilung entgegensteuern zu können, verfügen wir dann über Möglichkeiten wie Ultraschall-, Stoßwellen- oder Magnetfeldtherapie.“ In manchen Fällen sei auch einfach zu viel Bewegung im Knochenbruch und dieser müsse besser ruhiggestellt werden.

Für das Klinikmanagement eröffnen sich Chancen zur Prozessoptimierung: Revisionsoperationen lassen sich gezielt planen, unnötige Kontrolltermine erübrigen sich und Ressourcen werden effizient eingesetzt. Da Pseudarthrosen für alle Beteiligten hohe Folgekosten verursachen, empfiehlt

sich ein frühzeitiges Intervenieren. Ganse denkt auch an den Einsatz in strukturschwachen Regionen: „Die Überwachung von Knochenbrüchen mit kleinen und günstigen Geräten könnte auch dort eine bessere medizinische Versorgung möglich machen, wo große und teure Gerätschaften wie Röntgengeräte nicht vorhanden sind, also gerade auch in ärmeren Ländern und abgelegenen Regionen.“

## Verfahren sinnvoll kombinieren

Die Methoden ergänzen sich. Während bildgebende Verfahren strukturelle Veränderungen abbilden, erfassen NIRS und Laser-Doppler funktionelle Parameter wie Mikrozirkulation und Sauerstoffversorgung. Die Kombination beider Ansätze ermöglicht ein multimodales Monitoring und damit umfassende Verlaufskontrolle, die sowohl Struktur als auch Funktion berücksichtigt.

In bestimmten Fällen – etwa bei Kindern, Schwangeren oder multimorbiden Patienten – könnten die neuen Verfahren sogar als primäre Kontrollmethode dienen, um Strahlenexposition und mechanische Belastungen zu vermeiden.

Darüber hinaus könnten sie auch bestehende Verfahren teilweise ersetzen, etwa bei der Verlaufskontrolle in der ambulanten Nachsorge, wo eine funktionelle Einschätzung oft aussagekräftiger ist als ein statisches Bild.

Neben der Frakturheilung sind weitere Einsatzbereiche denkbar: etwa die Überwachung von Osteotomien, Knochendefekten oder die Evaluation von Therapien wie Stoßwellentherapie, LIPUS (Low-Intensity Pulsed Ultrasound, Ultraschallverfahren zur Förderung der Knochenheilung) oder Wachstumsfaktoren. Auch in der Rehabilitationssteuerung könnten die Methoden helfen, Belastung individuell anzupassen.

## Smarte Implantate entwickeln

Ein weiterer Vorteil liegt in der potenziellen Integration in smarte Implantate. Die Sensoren sind klein, tragbar und ließen sich direkt in Osteosynthese-Systeme einbetten. Dies würde eine kontinuierliche Überwachung der Frakturheilung ermöglichen – auch außerhalb der Klinik. Implantate müssten dafür allerdings vom Hersteller angepasst werden: Materialien müssten lichtdurchlässig oder sensorfreundlich sein, Platz für Sensorik und Energieversorgung bieten und über Schnittstellen zur Datenübertragung verfügen.

Die Studien liefern somit auch Impulse für die Weiterentwicklung intelligenter Implantate.

Trotz der vielversprechenden Ergebnisse sind weitere Studien notwendig. Die Fallzahlen in beiden Untersuchungen waren begrenzt, insbesondere bei Pseudarthrose-Patienten. Eine Differenzierung nach Pseudarthrose-Typen (atrophisch vs. hypertroph) war bislang nicht möglich, könnte jedoch wichtige Erkenntnisse liefern. Auch die Korrelation mit mechanischen Parametern wie Frakturstabilität oder Implantatbelastung könnte in künftigen Studien untersucht werden. Standardisierte Messprotokolle, größere Kollektive und längere Nachbeobachtungszeiträume sind erforderlich,

um die klinische Anwendbarkeit weiter zu validieren.

Handelt es sich bei diesem Verfahren um eine technologische Spielerei oder um echten Fortschritt? Die Antwort fällt klar zugunsten der Relevanz aus.

## Ergänzender Fortschritt

Die vorgestellten Methoden adressieren ein zentrales klinisches Problem – Frakturheilung verlässlich, frühzeitig und patientenschonend zu beurteilen. Sie liefern funktionelle Informationen, die bisherige Verfahren nicht bieten, und eröffnen Möglichkeiten für individualisierte, datenbasierte Therapieentscheidungen.

Für Kliniken, die auf Digitalisierung, Qualitätssicherung und patientenzentrierte Versorgung setzen, sind diese Technologien ein strategisch relevanter Innovationsbaustein. Sie verbinden medizinischen Fortschritt mit ökonomischer Effizienz und eröffnen Wege in der Versorgung muskuloskeletaler Erkrankungen. Die saarländischen Studien leisten einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Frakturdiagnostik – und zeigen, dass die Zukunft der Knochenheilung nicht nur im Röntgenbild, sondern auch im Licht liegt. ■

| www.uks.eu |

## Hintergrund „Smarte Implantate“

Die Forschungen sind Teil des von der Werner-Siemens-Stiftung mit 8 Mio. € geförderten Projekts „Smarte Implantate“, koordiniert von Ganse. An der Universität des Saarlandes arbeiten dabei Forscher aus Medizin, Ingenieurwissenschaft und Informatik zusammen. Dabei entstanden Demonstratoren und Patente für intelligente Frakturplatten. Die maßgeschneiderten Implantate sollen ab der Operation im Körper kontrollieren, wie gut oder schlecht ein Bruch verheilt und sogar die Knochenheilung aktiv fördern durch Mikromassagen am Frakturspalt oder Änderung der Steifigkeit.

## Röntgenanalytik in der Bewegung

Schulterinstabilitäten sind schwer zu diagnostizieren, da sie meist nur auftreten, wenn man die Schulter bewegt. Eine zeitaufgelöste 3D-Analyse ermöglicht nun erstmals eine präzise Erfassung dieser Dynamik.

Manuel Martin, Empa - Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Dübendorf, Schweiz

Empa-Forscher Ameet Aiyangar kombiniert Röntgenvideos mit virtuellen 3D-Modellen der Gelenke, um die Instabilitäten millimetergenau zu erfassen.

Nach einer behandelten Schulterverletzung bleibt oft ein Gefühl der Unsicherheit – viele Betroffene berichten, die Schulter „halte nicht“ oder „rutsche leicht heraus“. Bei der Diagnose einer Schulterinstabilität sind Ärzte häufig auf solch subjektiven Einschätzungen angewiesen. Der Grund: Gängige bildgebende Verfahren erfassen die Bewegung der Schulter nicht. Die neu entwickelte 4D-Analyse von Ameet Aiyangar geht deshalb über die statische Bildgebung hinaus: „Wir kombinieren hochpräzise Röntgenvideos aus zwei Perspektiven und rekonstruieren daraus eine vierdimensionale Bewegungsanalyse – also eine 3D-Aufnahme, während sich die Schulter bewegt.“

## Optimierte Therapie

Die Schulter ist das beweglichste Gelenk im menschlichen Körper und daher besonders anfällig für Verletzungen. Zwar kugeln sich nur etwa zwei Prozent der Menschen irgendwann im Lauf ihres Lebens das Schultergelenk aus. Allerdings kehren viele Patienten nach einer Behandlung erneut in die Klinik zurück, da sie weiterhin Beschwerden haben oder mit dem Ergebnis unzufrieden sind. Laut Aiyangar erleidet jede zweite betroffene Person eine erneute Auskugelung des Schultergelenks. „Gerade bei chirurgischen Eingriffen ist das problematisch – bis zu zwei Drittel der operierten Patienten kugeln sich die Schulter erneut aus und suchen



Das Schultergelenk ist besonders beweglich und ebenso komplex. 4D-Röntgenanalysen sollen nun die Diagnose von Gelenkbeschwerden verbessern.



Für die dynamischen 3D-Bilder der Schulter kommt ein biplanares radiographisches Bildgebungssystem (DBRI) zum Einsatz das bei sitem-insel, dem Schweizer Institut für Translationale und Unternehmerische Medizin in Bern, installiert ist.

wieder Hilfe. Das zeigt, dass es in der Diagnostik und Therapieplanung ein großes Optimierungspotenzial gibt.“

Derzeit wird die Stabilität des Schultergelenks meist manuell getestet – eine Methode, deren Genauigkeit stark von der Erfahrung der behandelnden Ärzte und Physiotherapeuten abhängt. Statische bildgebende Verfahren wie Röntgen, Magnetresonanztomographie (MRT) oder Computertomographie (CT) nutzen nur ergänzend, da sie keine dynamischen

Bewegungsabläufe erfassen. Mit der neuen Technologie können die Empa-Forschenden Instabilitäten erstmals quantitativ messen und gezielt analysieren. Das bietet Ärzten eine präzisere Entscheidungsgrundlage, ob eine physiotherapeutische Behandlung ausreicht oder eine Operation notwendig ist. „Das vermeidet unnötige chirurgische Eingriffe oder zögert sinnvolle nicht unnötig hinaus und ermöglicht so eine individuell optimierte Therapie“, sagt Aiyangar.

## Millimetergenau messen

Für die dynamischen 3D-Bilder der Schulter kommt ein biplanares radiographisches Bildgebungssystem (DBRI) zum Einsatz das bei sitem-insel, dem Schweizer Institut für Translationale und Unternehmerische Medizin in Bern, installiert ist. Es wurde in enger Zusammenarbeit mit der Empa und dem Inselspital Bern entwickelt. Zunächst führen die Probanden gezielte Schulterbewegungen aus, die mit synchronisierten Röntgenaufnahmen aus zwei unterschiedlichen Perspektiven aufgenommen werden. Mithilfe zusätzlicher CT-Aufnahmen werden detaillierte 3D-Modelle der Knochen mit anatomischen Orientierungspunkten rekonstruiert. Ein darauf basierendes Tracking-Verfahren bestimmt die exakte Position des Schultergelenks. Abschließend berechnet eine Optimierungs-Software die Bewegungsabläufe der Schulter.

Dadurch können die Forschenden nicht nur die groben Bewegungsmuster eines Gelenks erfassen, sondern auch die kleinsten, für die Stabilität entscheidenden Roll- und Gleit-Bewegungen – mit einer Genauigkeit im Bereich von 0,1 bis 0,5 mm. „Das ist ein entscheidender Fortschritt, denn konventionelle Bewegungs-labore mit Infrarotkameras und Markern auf der Haut weisen eine Ungenauigkeit von 20 bis 40 mm auf – viel zu unpräzise, um Instabilitäten verlässlich zu erkennen“, so Aiyangar.

Als nächstes ist eine gemeinsame Studie mit dem Inselspital Bern geplant. Gesucht werden rund 40 Patienten mit unbehandelter Schulterinstabilität, die vor und nach einer gezielten Muskelkräftigung untersucht werden sollen. Individuelle muskuloskeletale Modelle spielen dabei eine zentrale Rolle, um die Wechselwirkungen zwischen Muskeln, Gelenken und Kräften zu analysieren. „Langfristig hoffen wir, dass unsere vierdimensionale Bewegungsanalyse ihren Weg in die klinische Praxis findet. Denn bei der Behandlung von Gelenkinstabilitäten liegt das Problem hauptsächlich in der Dynamik“, erklärt Aiyangar. ■

| www.empa.ch |

## KI verbessert die Diagnose

Ein Forscherteam rund um den Rückenschmerzexperten Prof. Dr. Daniel Belavy von der Hochschule Bochum nutzt künstliche Intelligenz um, die Diagnose von chronischen Rückenschmerzen zu verbessern.

Detlef Bremkens, Hochschule Bochum

Das Team verglich mit Hilfe eines maschinellen Lernverfahrens verschiedene Diagnosekriterien für Rückenschmerzpatienten miteinander. Das Ergebnis zeigt: Eine Kombination mehrerer diagnostischer Verfahren ist bei der Erkennung chronischer Rückenschmerzen deutlich wirkungsvoller als die Anwendung nur eines einzelnen Instruments. Die Wissenschaftler konnten zudem herausstellen, welche Kriterien am aussagekräftigsten sind. Eine kleine Auswahl an besonders wichtigen diagnostischen Instrumenten – zum Beispiel zur Bandscheibe, Beweglichkeit von Hüfte und Nacken sowie zur psychischen Gesundheit – war hilfreicher als alle 144 getesteten Merkmale zusammen.

## Multimodaler Diagnoseansatz

„Die bisherige Diagnostik chronischer Rückenschmerzen stützt sich überwiegend auf patientenberichtete Symptome, die subjektiv und stark variabel sind. Um fundiertere Therapieentscheidungen zu ermöglichen und Behandlungsversagen zu verringern, ist ein multimodaler, datengestützter Diagnoseansatz dringend erforderlich“, so Prof. Dr. Daniel Belavy, Professor für Physiotherapie an der Hochschule Bochum.

Chronische Rückenschmerzen im unteren Rücken zählen weltweit zu den häufigsten Gesundheitsproblemen. Ihre Ursachen sind vielfältig, reichen von körperlichen über psychische bis hin zu sozialen Faktoren und machen eine präzise Diagnose entsprechend schwierig.

In der Studie wurden die Daten von insgesamt 1161 Patienten ausgewertet.

Die Teilnehmenden durchliefen ein standardisiertes Untersuchungsprogramm mit Fragebögen, klinischer Diagnostik, Rückenanalyse und optionalen MRT-Aufnahmen der Lenden-Becken-Region.

## Multimodale Ansätze

Die Auswertung der Daten zeigte: Kombinationen aus psychosozialen, klinischen und MRT-Daten führten zu den treffsichersten Diagnosemodellen. Insbesondere soziale Funktionsfähigkeit und psychisches Wohlbefinden – erfasst über einfache Fragebögen – erwiesen sich als besonders aussagekräftig. Auch körperliche Merkmale wie eine eingeschränkte Halswirbelsäulen-Rotation, reduzierte Hüftbeweglichkeit sowie Bandscheibenschäden im MRT trugen wesentlich zur Unterscheidung bei.

Ein maschinelles Lernverfahren („Boruta“) konnte die Zahl der genutzten Variablen dabei um 63 % reduzieren – ohne Einbußen bei der Modellqualität. Damit lässt sich die Diagnostik nicht nur verbessern, sondern auch effizienter gestalten.

## Relevanz für Therapie

Die Ergebnisse belegen, dass eine personalisierte Diagnostik, die körperliche, psychische und bildgebende Befunde einbezieht, zielführender ist als Einzelansätze. Der in der Studie entwickelte KI-Ansatz fließt bereits in die laufende PREDICT-LBP-Studie der Hochschule Bochum ein. Langfristig soll er helfen, verschiedene Gruppen von Rückenschmerzpatient\*innen zu identifizieren und ihre Behandlung gezielter zu planen.

Zudem laufen weitere Studien an der Hochschule zur Prävention und Therapie chronischer Rückenschmerzen. Teilnehmende werden aktuell gesucht. ■

Studie zur Prävention chronischer Rückenschmerzen:



| www.hochschule-bochum.de |

## Drei sind (k)einer zu viel: Wenn KI mitbehandelt

Künstliche Intelligenz verändert Diagnosen und Therapien und transformiert die Arzt-Patient-Beziehung grundlegend. Eine Beziehung auf dem Prüfstand.

Jenny Brandt, Universitätsspital Basel, Prof. Dr. Tobias Kesting, Apollon Hochschule der Gesundheitswirtschaft, Bremen und Mike Bernd, Stifterverband, Berlin

Die Arzt-Patienten-Beziehung war lange ein klassisches Zwiegespräch – zunächst stark geprägt vom ärztlichen Paternalismus mit Ärzten als Experten und Patienten als Hilfesuchende, später mehr durch gemeinsame Entscheidungsfindung auf Augenhöhe. Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) in der Medizin verändert dieses eingespielte Gefüge zunehmend zu einer „Ménage-à-trois“, mit neuen Rollen, Chancen und Herausforderungen.

### Wenn die Beziehung komplex wird: KI als dritter Akteur

Im Gegensatz zu bisherigen medizinischen Errungenschaften nutzen sowohl Ärzte als auch Patienten KI. Sie liefert Ärzten z. B. Diagnose- und Therapie-Vorschläge, prognostiziert Krankheitsverläufe und übernimmt administrative Aufgaben (z.B. Gesprächsdokumentation, Arztbriefe) – mitunter schneller und konsistenter als der Mensch. Patienten nutzen KI z.B. für Selbstdiagnosen und -therapien und zur Vorbereitung auf Sprechstundentermine. KI ist jedoch nicht Träger von Rechten und Pflichten und haftet nicht für (falsche) Entscheidungen.

KI-Einsatz bricht das Wissensmonopol der Medizin auf. Er verändert Prozesse und die Arzt-Patienten-Beziehung selbst. Technischer Fortschritt generativer KI (beispielsweise Sprache) „vermenschlicht“ diese zunehmend. Studien zeigen eine Verschiebung der „Machtverhältnisse“ bzgl. Autorität und Vertrauen. So wird KI patienten-seitig im Vergleich zu Ärzten mitunter als empathischer wahrgenommen.



Foto: bangkarn - stock.adobe.com

### Zwischen Autonomie und Algorithmen

Für Ärzte entsteht somit ein Spannungsfeld, auch mit Blick auf ihre Legitimität, denn KI-gestützte Empfehlungen sind gemäß medizinischem Ethos und im Sinne des Wohlergehens von Patienten stets verantwortungsbewusst zu hinterfragen. Dies erfordert grundlegendes Technikwissen und Datenverständnis sowie die kritische Reflektion und Interpretation von Ergebnissen, um nachzuvollziehen, welchen Daten KI-Empfehlungen zugrunde liegen, wie Algorithmen zu Ergebnissen kommen und wo Grenzen dieser Verfahren liegen.

KI ist keine klassische Intelligenz. Sie liefert lediglich Wahrscheinlichkeiten und produziert auch Fehler, z.B. durch „Halluzinieren“. Ob eine Raumforderung mit 92 % Wahrscheinlichkeit ein Adenokarzinom ist oder nicht, ist letztlich eine medizinische Entscheidung, nicht nur eine statistische. Das letzte Wort, und somit die Entscheidungsverantwortung, obliegt Ärzten. Data und AI Literacy unterstützen einen durchweg verantwortungsbewussten Umgang mit KI-Tools.

Andernfalls bleibt KI eine wenig vertrauenswürdige „Black Box“. Für Transparenz und Einblick in algorithmische Entscheidungsprozesse dienen Verfahren der Erklärbarkeit. „Explainable AI“ (xAI) vermag Entscheidungen für die Zielgruppe verständlich und nachvollziehbar zu machen. In einer tragfähigen Partnerschaft ist es möglich, über den bloßen Wortlaut hinaus die tieferliegenden Bedeutungen einer Aussage zu erfassen – ein Anspruch, der gleichermaßen für die Interaktion Mensch-KI gelten sollte.

Obleich xAI die ärztliche Urteilsbildung entscheidend unterstützen kann, bestehen Limitationen. Entwickler von ChatGPT können nach eigener Aussage nicht mehr selbst nachvollziehen, wie der Algorithmus zu Ergebnissen kommt. Je komplexer Systeme mit ihren Milliarden entscheidungsrelevanter Neuronen werden, desto schwieriger wird die Integration eines Erklärungsmodells.

Dies untermauert die Wahrung ärztlicher Autonomie als letzte Entscheidungsinstanz. Ärzte benötigen bei KI-Interaktion jederzeit die Freiheit, von algorithmischen Empfehlungen abzuweichen und anders zu entscheiden, denn sie stehen hierarchisch

über der KI. KI-Systeme sind im medizinischen Kontext stets Unterstützer, keine finalen Entscheider.

### Patienten zwischen Misstrauen und Empowerment

Patientenseitig erhöht sich die Komplexität ebenfalls, wenn KI-Empfehlungen nicht erklärt werden können und/oder im Widerspruch zu ärztlichen Aussagen stehen. Die Gefahr eines „digitalen Paternalismus“ wächst: Was bedeutet Shared Decision Making, wenn Entscheidungen zunehmend von Algorithmen „vorgedacht“ werden? Zudem möchten Patienten mehr sein als nur Hilfesuchende. Sie fordern mehr Einfluss im Behandlungsprozess, werden digital selbstbewusster und übernehmen eine aktivere, gleichwertigere Rolle im Entscheidungsprozess. Gesundheits-Apps und Wearables zum Daten-Tracking stärken die Selbstwirksamkeit im Umgang mit Erkrankungen und/oder Lebensstilveränderungen. Patienten werden zu Kuratoren ihrer Gesundheitsdaten. Es obliegt daher Ärzten, von Patienten genutzte Tools des Gesundheitstrackings bzw. für -abfragen

zu kennen. Eine Herausforderung entsteht, wenn Patienten Tools nutzen, die nicht per se für medizinische Abfragen gedacht sind (z.B. Google Gemini).

Interaktion und Kommunikation zwischen Ärzten und Patienten ist somit hin zu partnerschaftlichem, KI-gestützten Dialog zu gestalten. Die menschliche Beziehung der Interaktion bleibt essenziell, um die ärztliche Entscheidungshoheit zu wahren, eine rein technokratische Dienstleistungsbeziehung und einen „neuen Paternalismus“ zu vermeiden. Die dargelegten Herausforderungen erhöhen die Komplexität der Arzt-Patienten-Beziehung. Wenn KI in die Behandlung integriert wird, bedarf es klarer Regeln und zentraler Fragen: Wer haftet bei einem Fehler? Wie transparent oder neutral sind die Empfehlungen? Wie werden Datenschutz und Fairness gesichert?

### Ethik, Regulierung und klare Zuständigkeiten

KI ist nicht objektiv. Je nachdem welche Daten beim Training eines Algorithmus zugrunde liegen, können systematische Verzerrungen entstehen. Ursächlich hierfür kann z.B. sein, dass bestimmte Personengruppen (nach Alter, Geschlecht, etc.) Trainingsdaten dominieren. Das System wird somit aussagekräftiger und genauer für diese Gruppen und ungenauer und fehlerhafter für unterrepräsentierte Gruppen.

Um Bewusstsein für ethische Aspekte wie diese zu schaffen, gibt es mittlerweile zahlreiche Leitlinien für einen sinnvollen Umgang mit spezifischen KI-Systemen und Handlungsempfehlungen (z.B. von der WHO: „Ethics and governance of artificial intelligence for health: Guidance on large multi-modal models“).

Das KI-Gesetz (AI Act) der EU schafft einen verbindlichen Rechtsrahmen für menschenzentrierte KI-Nutzung und differenziert KI-Systeme in vier verschiedene Klassen, von minimalem bis zu unverträglichem Risiko. Zudem verpflichtet er KI-Provider dazu, für Schüler, Studierenden oder Angestellte ein Schulungsangebot zur Verfügung zu stellen, damit sie KI-Grundlagen

kompetenzen zu einem sicheren Umgang mit den Technologien entwickeln. So wurden alle Landesärztekammern auf dem letzten Deutschen Ärztetag in Leipzig dazu aufgefordert, ein KI-Fortbildungsangebot zu schaffen (wie z.B. die Kooperation der LÄK Baden-Württemberg mit dem KI-Campus).

Es zeichnet sich ferner der Aufstieg der KI-Agenten ab, also autonom agierende, „intelligente“ KI-Systeme. In der bestmöglichen Konstellation von Rahmenbedingungen wird dies ein „eingespieltes Miteinander“, ohne wachsenden KI-Einfluss. Die zunehmende Komplexität, insbesondere durch prozessautomatisierte Interaktion multipler Systeme untereinander kann einer personalisierten, individuellen medizinischen Behandlung entgegenstehen. Daher ist es umso entscheidender, dass Ärzte und Patienten KI-Integration akzeptieren und kritisch einschätzen, gerade wenn Schwächen in der Nachvollziehbarkeit von KI-Entscheidungen gegeben sind. Ärzte stehen daher in der Pflicht, KI-kompetent und selbstbewusst zu agieren und Patienten in diesem Prozess aufgeklärt mitzunehmen.

Mittels KI kann eine bessere Gesundheitsversorgung gelingen. Die Einsatzszenarien reichen von grundlegender Arbeitsorganisation und Dokumentation bis hin zur Diagnostik- und Therapieunterstützung. Kompetente KI-Anwender können die Herausforderungen bewältigen und die Chancen nutzen.

KI im Kontext der Arzt-Patient-Beziehung ist Realität. Ärzten kommt in der konstruktiven „Ménage-à-trois“, das letzte Wort zu, um ihrer Entscheidungshoheit und Verantwortung im Sinne des medizinischen Ethos gerecht zu werden und die bestmögliche Patientenversorgung zu ermöglichen. Autonomie steht über der KI. Letztere ist kein gleichberechtigter Player in dieser „Dreiecksbeziehung“, sondern nimmt eine assistierende, ergänzende Rolle ein. Sie kann sich als sinnvoll erweisen, wenn sie medizinisches Wissen ergänzt und Ärzten Zeitsourcen für die zwischenmenschliche Dimension der Behandlung verschafft. So ist KI patientenorientiert nutzbar. ■

| www.apollon-hochschule.de |

## Zertifizierte medizinische Softwareentwicklung in Heidelberg

Das Institut für Medizinische Informatik an der Medizinischen Fakultät Heidelberg der Universität Heidelberg und am Universitätsklinikum Heidelberg darf medizinische Software entwickeln, die als Medizinprodukt am UKHD zum Einsatz beim Patienten kommt.

Die Genehmigung dafür erteilt der TÜV Süd. Die Prüfer legten insbesondere Wert auf das Qualitätsmanagement und die Einhaltung von Sicherheitsstandards.

„Die Medizininformatik ist so vielfältig wie die Medizin“, sagt Prof. Martin Dugas, Direktor des Instituts für Medizinische Informatik an der Medizinischen Fakultät Heidelberg der Universität Heidelberg (MFHD) und am Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD). „Wir betreiben methodische Forschung, forschen mit Patientendaten und entwickeln digitale Entscheidungs-Unterstützungssysteme, die dem Arzt dabei helfen, die richtige Therapie auszuwählen.“

### Qualitätsmanagement für höchste Sicherheitsstandards

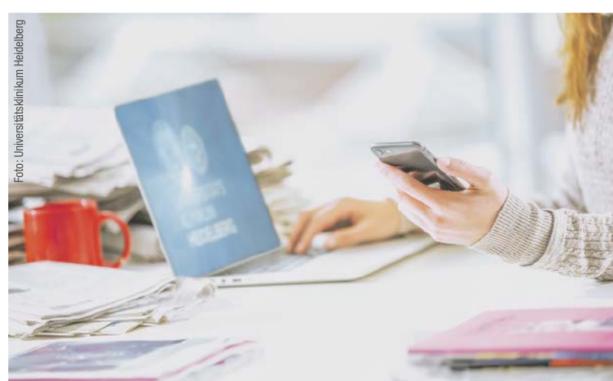
Im Patientenalltag fallen Unmengen von Informationen an, beispielsweise Laborwerte, Untersuchungsergebnisse, Röntgenbilder oder Gesprächsprotokolle. Diese Daten ermöglichen interessante und wichtige Schlüsse, sie können Krankheitsverläufe beschreiben, vorhersagen und – so die Hoffnung – verbessern. Dazu benötigt man allerdings Software, die auch für die Patientenversorgung genutzt werden darf

und schon in der Entwicklung höchsten Qualitätsansprüchen und Standards genügt, wie der TÜV Süd nun bestätigt. So müssen u. a. die Softwareentwicklung vollumfänglich dokumentiert und das Risikomanagement nachgewiesen werden. „Wir prüfen zum Beispiel vor der Score-Berechnung, ob bei den Eingabefeldern plausible Werte eingegeben wurden“, erklärt Dr. Urs Eisenmann, der Qualitätsmanagement-Beauftragte des Instituts für Medizinische Informatik. „Zusätzlich stellen wir umfangreiche Testfälle zusammen, die bei jeder neuen Version der Software geprüft werden.“

Martin Dugas ordnet die Zertifizierung als essentiellen Schritt für die Medizinische Informatik am Universitätsklinikum Heidelberg ein. „Bisher durften wir mit den Daten der Patienten forschen, also beispielsweise retrospektiv, rückwärtsgerichtet, berechnen, welche Daten oder Messwerte mit welchem Krankheitsverlauf zusammenhängen. Mit dem TÜV-Siegel dürfen wir nun Medizinprodukte entwickeln und in Klinik und Forschung mit den resultierenden Daten arbeiten, die dem Arzt oder der Ärztin Entscheidungsempfehlungen für die Therapie geben.“

### „Scores“ helfen bei Therapieentscheidung

Als Beispiel nennt Dugas Fragebögen, in denen etwa Krebspatienten angeben, welche Beschwerden sie haben. Daraus errechnet die medizinische Software einen „Score“, der dem Arzt dabei hilft, den Krankheitsverlauf zu beurteilen und eine Therapieentscheidung zu treffen. „Die Menschen können die Fragebögen bequem zuhause auf dem Handy beantworten und



an den Arzt senden. Hier werden sie in die Akte geladen und dem Arzt mitsamt einer Empfehlung zur Verfügung gestellt. Das spart Zeit und Geld und verbessert

die Behandlungsqualität“, erklärt Martin Dugas. „Denn so ist es möglich, nicht nur einmal im Monat bei der Kontrolluntersuchung nach dem Befinden zu fragen,

sondern bei Bedarf jede Woche oder sogar täglich und direkt die Behandlung anzupassen.“ Die erste an UKHD und MFHD entwickelte Software soll als Medizinprodukt noch in diesem Jahr eingesetzt werden.

### Forschung und Behandlung Hand in Hand

Um die zunehmende Digitalisierung der Medizin in den Kliniken zu verankern und genau die Software zu entwickeln, die benötigt wird, bildet Martin Dugas regelmäßig Ärzte in Medizininformatik weiter. Die Ärzte arbeiten während ihrer Facharztzubereitung für zwei Jahre zu 50% im Institut für Medizinische Informatik an der Medizinischen Fakultät Heidelberg der Universität Heidelberg und lernen, Software zu entwickeln und einzusetzen und

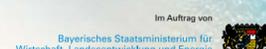
können anschließend als „Digitalisierungsmanager“ in ihrem jeweiligen klinischen Fachgebiet arbeiten. „Man kann nicht alles kaufen, was benötigt wird“, erklärt Martin Dugas. „Man braucht eine Softwareentwicklung vor Ort. Und der Onkologe oder die Neurologin, die Psychologin oder der Chirurg wissen am besten, welche Software für ihre Patienten das Behandlungsspektrum erweitert. Das ist ja das Einzige an einem Universitätsklinikum, dass Forschung und Behandlung im Idealfall in einer Hand liegen.“ ■

| www.klinikum.uni-heidelberg.de |

Medtec-SUMMIT  
im Fokus

## Telemedizin und KI - Wege zu einer besseren Prävention und Diagnostik

15. OKTOBER 2025 | WÜRZBURG



## Dr. KI unter der Lupe

Neue Studien der TU Berlin zeigen Stärken und Schwächen von KI-gestützten Tools zur digitalen Gesundheitsberatung wie ChatGPT oder Symptom-Checker-Apps.

Patienten greifen immer häufiger auf digitale Tools zurück, um Krankheiten zu erkennen und Handlungsempfehlungen zu erhalten. Zwei aktuelle Studien der TU Berlin haben nun die Qualität und Wirksamkeit solcher digitalen Gesundheitsempfehlungen untersucht. Die Ergebnisse zeigen sowohl Potenziale als auch Risiken auf. Die Studien sind in den Fachzeitschriften *Journal Scientific Reports* und *npj Health Systems Journal* erschienen.

In der ersten Studie [www.nature.com/articles/s41598-024-83844-z](https://www.nature.com/articles/s41598-024-83844-z) entwickelte ein Team um Dr. Marvin Kopka aus dem Fachgebiet Arbeitswissenschaft an der TU Berlin eine neue Testmethode, um die Genauigkeit von Gesundheitsempfehlungen durch ChatGPT und andere KI-Modelle wie Meta's LLaMa sowie speziell entwickelte Symptom-Checker-Apps, die Symptome abfragen und darauf basierend Handlungsempfehlungen geben, zu bewerten. Während frühere Tests auf idealisierten Lehrbuchfällen basierten, die in der Realität so kaum vorkommen, setzt die neue Methode auf echte Patientenfälle, mit denen die Wissenschaftler der TU Berlin verschiedene digitale Tools testeten. Dadurch lässt sich realistischer einschätzen, wie präzise und hilfreich die digitalen Tools in der Praxis sind. „Man kann unsere standardisierte Methode als



Die Forscher fanden heraus, dass es Laien schwerfällt, harmlose Krankheitssymptome richtig einzuschätzen.

eine Art ‚Stiftung Warentest‘ ansehen, da wir mit ihr die Genauigkeit von verschiedenen Apps vergleichen können, aber auch ihre Stärken und Schwächen finden“, sagt Studienleiter Marvin Kopka.

### Symptom-Checker-Apps deutlich hilfreicher

Die Ergebnisse der neu entwickelten Bewertungsmethode zeigen, dass Symptom-Checker-Apps für Laien deutlich hilfreicher sind als ChatGPT, insbesondere wenn es um die Unterscheidung zwischen harmlosen und ernstesten Symptomen geht. Während ChatGPT fast jeden Fall als Notfall oder hochdringlich einstuft, können die spezialisierten Apps in den meisten Fällen fundierte und angemessenere Empfehlungen geben. Was auch schon andere Studien belegen: ChatGPT kann Krankheiten gut

diagnostizieren, wenn Laborwerte oder Untersuchungsergebnisse vorliegen. Da diese zu Hause meist fehlen, bleibt die Diagnose aber oft ungenau und die vom Modell vorgeschlagene Liste mit mehreren möglichen Erkrankungen hilft Laien wenig. Entscheidender sind Handlungsempfehlungen wie „Geh zum Arzt“ oder „Ruf die 112“ – hier schneidet ChatGPT jedoch schlecht ab, da es fast jeden Fall als behandlungsbedürftig einstuft, selbst bei harmlosen Symptomen.

### Laien erkennen medizinische Notfälle meist zuverlässig

Was die Forschern auch herausfanden: Laien erkennen medizinische Notfälle meist zuverlässig und rufen in ernstesten Fällen, wie bei einer schweren Kopfverletzung mit Erbrechen und Schwindel, den



„Die KI motiviert die Nutzer häufig dazu, bei den kleinsten Symptomen sofort einen Arzt oder die Notaufnahme aufzusuchen. Das kann zu einer massiven Überlastung führen“, warnt Studienleiter Dr. Marvin Kopka.

Rettungsdienst. Schwerer fällt es ihnen jedoch, harmlose Symptome richtig einzuschätzen. So neigen viele dazu, bei leichten Beschwerden wie kurzfristigem Durchfall oder einer kleinen Hautveränderung vornehmlich ärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen, obwohl dies oft nicht nötig wäre. „Dass immer mehr Menschen ChatGPT für medizinische Ratschläge nutzen, ist schädlich für das Gesundheitssystem. Die KI motiviert die Nutzer häufig dazu, bei den kleinsten Symptomen sofort einen Arzt oder die Notaufnahme aufzusuchen. Das kann zu einer massiven Überlastung führen“, warnt Studienleiter Dr. Marvin Kopka.

Die zweite Studie [www.nature.com/articles/s44401-024-00008-x](https://www.nature.com/articles/s44401-024-00008-x) verglich nicht nur Menschen und Technik, sondern untersuchte, wie genau Menschen die Empfehlungen von ChatGPT und Symptom-Checker-Apps in ihre eigenen Entscheidungen einbeziehen. Nutzer übernehmen digitale Empfehlungen nicht unkritisch

cker-Apps in ihre eigenen Entscheidungen einbeziehen. Nutzer übernehmen digitale Empfehlungen nicht unkritisch

### Nutzer übernehmen digitale Empfehlungen nicht unkritisch

Dabei zeigte sich, dass Nutzer die Empfehlungen nicht unkritisch übernehmen, sondern mit anderen Quellen wie Google-Suchen, dem Rat von Freunden oder weiteren Apps abgleichen. „Auf der anderen Seite gibt es auch Fälle, in denen Patienten zu viele und teils unverständliche Informationen von den digitalen Tools bekommen, die sie nicht einordnen können. Das erzeugt Angst und sie suchen dann den Expertenrat in der Notaufnahme oder beim Hausarzt – auch bei harmlosen Beschwerden, so wie es ihnen ChatGPT empfiehlt“, so Kopka.

| [www.tu.berlin](https://www.tu.berlin) |

## Mehr Zeit für das Wesentliche

Wie autonome KI-Agenten die Arbeitsabläufe in der Krebsforschung verändern werden.

In einer Veröffentlichung im renommierten Fachjournal „*Nature Cancer*“ erklären Forscher des Else Kröner Fresenius Zentrums für Digitale Gesundheit an der TU Dresden und von Genentech, einem Unternehmen der Roche-Gruppe, wie autonome KI-Modelle zukünftig die Arbeitsabläufe in der Krebsforschung und darüber hinaus verändern werden.

Bereits heute unterstützen KI und Deep Learning Forscher in zahlreichen Bereichen. Bislang konnten diese Modelle allerdings nur spezifische Aufgaben lösen, wofür sie genaue Vorgaben und Anleitung durch Wissenschaftler benötigen. Biomedizinische Forschung wie z.B. die Entwicklung neuartiger Krebstherapien beinhaltet meist komplexe und mehrstufige Arbeitsschritte. Dazu gehören die Recherche, Planung und Durchführung von Experimenten, gefolgt von Auswertung und Interpretation der Daten.

KI konnte hier bisher nur bei einzelnen Schritten wie etwa in der Datenanalyse oder bei der Modellierung helfen. Durch die Einführung großer Sprachmodelle (Large Language Models - LLMs) wie z.B. ChatGPT, die auf Basis menschlicher Sprache arbeiten, können heute immer mehr wissenschaftliche Aufgaben wie Literaturrecherche, Hypothesengenerierung und Planung von Experimenten durch eine KI unterstützt werden. Mittlerweile verstehen diese Modelle nicht nur reinen Text, sondern auch Bilder, Videos und strukturierte Daten wie Tabellen und Flowcharts.

### Unterstützung für die Forschenden dank des KI-Co-Piloten

Durch das Konzept von KI-Agenten könnte ein Sprachmodell wie ChatGPT in Zukunft grundsätzlich auf jede Software selbst zugreifen und diese nutzen, um eine Aufgabenstellung zu lösen – etwas, das bislang ausschließlich Wissenschaftlern vorbehalten war. Auch werden die Modelle zunehmend besser darin, selbständig zu lernen, ihr Wis-

sen zu reflektieren und neue Problemstellungen zu lösen. Die Forscher beschreiben in ihrer Veröffentlichung in der Fachzeitschrift „*Nature Cancer*“, wie diese Weiterentwicklungen die wissenschaftliche Arbeit in der Krebsforschung in der nahen Zukunft verändern werden.

Autonome KI-Modelle basierend auf großen Sprachmodellen, die selbständig lernen und reflektieren, könnten in Zukunft nahtlos mit Forschern zusammenarbeiten. Dadurch ließe sich der gesamte Entwicklungsprozess in der Krebsforschung von der Literaturrecherche, der Projektplanung über die Modellierung möglicher Medikamente bis hin zum Design von klinischen Studien beschleunigen. Die Modelle vereinfachen zeitaufwändige biomedizinische Arbeitsabläufe, indem sie mehrstufige Aufgaben automatisieren und eine effiziente Zusammenarbeit zwischen spezialisierten KI-Systemen ermöglichen. Die Identifizierung neuer Ziele für Krebsmedikamente beinhaltet eine umfangreiche Literaturrecherche. Aufwendige Modellierungen der 3D-Struktur eines Eiweißes oder eines Medikaments waren

bislang häufig Gegenstand einer gesamten Doktorarbeit. Neue KI-Agenten mit Internetzugang hingegen können hunderte Publikationen lesen sowie zahlreiche verschiedene 3D-Strukturen innerhalb weniger Minuten untersuchen.

### Mehr Zeit für kreative Ideen und strategische Entscheidungen

Auch wenn die Systeme zunehmend autonom arbeiten könnten, wird die Überwachung durch menschliche Forscher bestehen bleiben. Sie leiten die Systeme an und überprüfen die einzelnen Schritte und Ergebnisse. Ziel ist es, dass die Systeme detaillierte, zeitaufwändige Routinearbeiten automatisieren. Dadurch bleibt den Wissenschaftlern mehr Zeit für kreative Ideen und strategische Entscheidungen. „Diese neuen Systeme werden die biomedizinische Forschung maßgeblich verändern und beschleunigen. Zugleich müssen sich Wissenschaftler auch der ethischen und sicherheitsrelevanten Konsequenzen bewusst sein. Es ist unsere Aufgabe, KI verantwortungsvoll



einzusetzen und die dafür erforderlichen Rahmenbedingungen zu definieren. Dann sind diese KI-Systeme eine wertvolle Ergänzung und Unterstützung, um die Forschung voranzubringen, Krankheiten besser zu ver-

stehen und passende Therapieansätze finden zu können“, sagt Prof. Jakob N. Kather, Professor für Klinische Künstliche Intelligenz an der TU Dresden. ■

| [www.tu-dresden.de](https://www.tu-dresden.de) |

## KI: Algorithmen verbessern Analyse medizinischer Bilder

Künstliche Intelligenz kann die Auswertung von medizinischen Bilddaten verbessern.

So können auf Deep Learning basierende Algorithmen die Lage und Größe von Tumoren feststellen. Dies ist das Ergebnis von autoPET, eines internationalen Wettbewerbs zur medizinischen Bildanalyse. Forscher vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) erreichten den fünften Platz. Wie Algorithmen in der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und in der Computertomographie (CT) Tumorkläsionen erkennen können, berichten die sieben besten autoPET Teams in der Zeitschrift *Nature Machine Intelligence*.

Bei der Diagnose von Krebs kommt bildgebende Verfahren eine wesentliche Bedeutung zu. Die Lage, Größe und Art von Tumoren präzise zu bestimmen, ist entscheidend dafür, die passende Therapie zu finden. Zu den wichtigsten bildgebenden Verfahren gehören die PET und die CT. Die PET macht Stoffwechselfvorgänge im Kör-

per mithilfe von Radionuklidern sichtbar. Bösartige Tumoren haben oft einen deutlich intensiveren Stoffwechsel als gutartige Gewebe. Verwendet wird dazu radioaktiv markierter Traubenzucker, meist Fluor-18-Desoxyglucose (FDG). Bei der CT wird der Körper in einer Röntgenröhre Schicht für Schicht durchleuchtet, um die Anatomie sichtbar zu machen und Tumoren zu lokalisieren.

### Automatisierung kann Zeit sparen und Auswertung verbessern

Krebspatienten haben teilweise Hunderte von Kläsionen, das heißt durch das Wachstum von Tumoren verursachte krankhafte Veränderungen. Für ein einheitliches Bild gilt es, alle Kläsionen zu erfassen. Mediziner bestimmen die Größe der Tumorkläsionen, indem sie 2D-Schichtbilder manuell markieren – eine extrem aufwendige Arbeit. „Eine automatisierte Auswertung durch einen Algorithmus würde enorm Zeit sparen und die Ergebnisse verbessern“, erklärt Professor Rainer Stiefelhagen, Leiter des

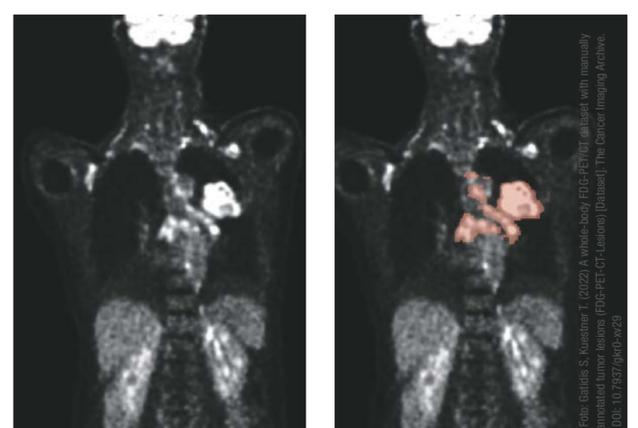
Computer Vision for Human-Computer Interaction Lab (cv:hci) des KIT.

Rainer Stiefelhagen und Zdravko Marinov, Doktorand am cv:hci, haben 2022 am internationalen Wettbewerb autoPET teilgenommen und unter 27 Teams mit 359 Teilnehmenden aus aller Welt den fünften Platz erreicht. Dabei bildeten die Karlsruher Forscher mit Professor Jens Kleesiek und Lars Heiliger vom IKIM – Institut für Künstliche Intelligenz in der Medizin in Essen ein Team. Organisiert vom Universitätsklinikum Tübingen und vom LMU Klinikum München, verband autoPET Bildgebung und maschinelles Lernen. Die Aufgabe bestand in der automatisierten Segmentierung stoffwechselaktiver Tumorkläsionen auf Ganzkörper-PET/CT. Für das Algorithmustraining hatten die teilnehmenden Teams Zugang zu einem großen kommentierten PET/CT-Datensatz. Alle für die letzte Phase des Wettbewerbs eingereichten Algorithmen basieren auf Methoden des Deep Learning. Dabei handelt es sich um einen Bereich des maschinellen Lernens, der vielschichtige

künstliche neuronale Netze einsetzt, um komplexe Muster und Zusammenhänge in großen Datenmengen zu erkennen. Die sieben besten Teams aus dem Wettbewerb autoPET berichteten dies in der Zeitschrift *Nature Machine Intelligence* über die Möglichkeiten automatisierter Auswertung medizinischer Bilddaten.

### Algorithmenensemble erkennt Tumorkläsionen am besten

Wie die Forschenden in ihrer Publikation erklären, erwies sich ein Ensemble der bestbewerteten Algorithmen als überlegen gegenüber einzelnen Algorithmen. Das Algorithmenensemble kann die Tumorkläsionen effizient und präzise erkennen. „Die Leistung der Algorithmen bei der Bilddatenauswertung hängt allerdings von der Quantität und der Qualität der Daten ab, aber auch vom Algorithmen-Design, beispielsweise was die Entscheidungen bei der Nachbearbeitung der vorhergesagten Segmentierung betrifft“, erklärt Professor Rainer Stiefelhagen. Um die Algorithmen



Automatische Verfahren ermöglichen die Analyse von PET/CT-Scans (links) zur präzisen Vorhersage von Tumorkläsionen und -größe (rechts) für eine verbesserte Diagnose und Therapieplanung.

zu verbessern und robuster gegenüber äußeren Einflüssen zu machen, sodass sie sich im klinischen Alltag einsetzen lassen, sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich. Ziel ist, die Analyse der

medizinischen Bilddaten aus PET und CT in näherer Zukunft vollständig zu automatisieren. ■

| <https://cvhci.anthropomatik.kit.edu> |

ADVERTORIAL

# Was Pflegedaten zeigen – und wie sie Kliniken verändern

Jahrelang unbeachtet, jetzt wertvoll: Eine neue Software macht sichtbar, was passiert, wenn Kliniken ihre Pflegedaten ernst nehmen.

Die systematische Nutzung von Pflegedaten eröffnet neue Möglichkeiten für die strategische Weiterentwicklung der Pflege. Anstatt ausschließlich zu dokumentieren, werden Informationen nun ausgewertet und in Echtzeit verfügbar gemacht. Damit entsteht eine verlässliche Basis, um Versorgungsqualität sichtbar zu machen, pflegerische Ressourcen gezielt einzusetzen und langfristig Strukturen zu optimieren.

„Digitale Lösungen, die gezielt die Pflege unterstützen, schreiten voran. Die Analysen direkt aus dem Pflegeprozess ergänzen effizient die bisherigen Strategien“, so die Leitung der Abteilung Pflegepraxis-Entwicklung / Pflegedirektion der Uniklinik Köln, Dr. Immanuel Baar. „Heute können wir uns auf valide Daten stützen – und damit Pflegequalität nicht nur sichern, sondern aktiv weiterentwickeln.“ Das schafft Transparenz, stärkt die Steuerungsfähigkeit der Pflege und eröffnet Handlungsspielräume für eine zukunftsorientierte Versorgung.

## Digitale Routine? In Kliniken meist noch Zukunft

Zwar dokumentieren Pflegefachpersonen täglich minutiös, was sie tun – von der

Wundversorgung bis zur Mobilisation. Doch was mit diesen Daten passiert, bleibt oft unklar. Viele Informationen wandern in Systeme, die wenig auswertbar sind. Und obwohl sie helfen könnten, Prozesse zu verbessern, Personal vorausschauender einzusetzen oder Qualität sichtbar zu machen, blieben sie bislang weitgehend ungenutzt.

Das will die Software epaSolutions Management ändern – entwickelt von der Firma ePA-CC GmbH (epaCC). Sie setzt genau da an, wo Pflegefachpersonen sowieso schon arbeiten: bei der täglichen Dokumentation. Nur dass die Informationen nun nicht im Archiv verschwinden, sondern aufbereitet, ausgewertet und visuell dargestellt werden – und damit zu einem echten Steuerungsinstrument werden.

## Plötzlich wird sichtbar, was vorher unsichtbar war

Die Software generiert auf Knopfdruck Berichte, Diagramme, Zeitverläufe. Wer möchte, kann sich anzeigen lassen, wie sich der Pflegebedarf auf den verschiedenen Stationen entwickelt, welche Interventionen besonders häufig durchgeführt werden – oder ob es saisonale Schwankungen gibt, etwa in der Geriatrie oder in der Inneren Medizin.

„Mit dem Auswertungstool sehen wir erstmals auf Anhieb, wo unsere Pflege steht. Es macht unsere Leistung sichtbar – mit Zahlen, die wir selbst erhoben haben.“

erzählt QM-Koordinatorin der Stabsabteilung Pflegepraxisentwicklung der Uniklinik Köln, Gabriele Schneider. Ihre Klinik nutzt

strukturelle oder saisonale Veränderungen auf das Versorgungsgeschehen aus? Die Antworten liegen in den Daten – über

men – und sich auf eine solide Datenbasis stützen können. Auch hierzulande orientieren sich viele Häuser zunehmend an diesen Prinzipien.

Die Daten aus der Routinedokumentation geben ihnen dafür ein Werkzeug in die Hand. Zum Beispiel, wenn es darum geht, zu zeigen, wo Pflegebedarfe besonders hoch sind. Oder welche Maßnahmen sich über die Zeit als wirksam erweisen. „Durch epaSolutions sehen unsere Teams erstmals die Wirkung ihrer Dokumentationsarbeit.“ Sagt Martin Bizer, Referent digitale Transformation des Universitätsklinikum Heidelberg. „Das stärkt nicht nur die Qualität, sondern auch den Stolz auf die eigene Profession.“

## Vorhersagen statt Bauchgefühl: Wie KI beim Planen hilft

Der neueste Baustein der Software heißt epaSolutions Prediction – und geht einen Schritt weiter. Mithilfe von KI-Algorithmen analysiert das System Routinedaten, um Risiken frühzeitig zu erkennen. Etwa das Risiko, dass ein Patient stürzt, ein Dekubitus entsteht oder es zu einer Rehospitalisierung kommt.

Sogar der voraussichtliche Pflegeaufwand lässt sich berechnen – ein Gamechanger für viele Häuser, die mit knappen Personalressourcen arbeiten.

„Als Klinik sind wir aktiv an der Entwicklung eines Vorhersagemodells für Pflegeaufwand beteiligt. Dieser Entwicklungsprozess ist für uns zukunftsweisend, um eine vorausschauende und datenbasierte Personaleinsatzplanung zu ermöglichen.“ (Pflegedirektorin Yvonne Dintelmann, Uniklinik Heidelberg)

## Mehr Zeit für das, was wirklich zählt

Was vielleicht nach Technik klingt, verändert den Alltag auf den Stationen spürbar. Denn wenn Pflege sichtbar wird – in Zahlen, in Trends, in Entwicklungen – steigt nicht nur die Qualität. Auch das Selbstverständnis der Berufsgruppe wächst.

Die Digitalisierung in der Pflege ist weit mehr als der Abschied vom Papier. Sie kann helfen, ein Berufsbild zu stärken, das oft unter Druck steht. Und sie zeigt, dass in den alltäglichen Handgriffen und Einträgen der Pflegekräfte Wissen steckt, das ganze Kliniken voranbringen kann.

epaSolutions macht diesen Schatz sichtbar – und verwandelt Routine in Erkenntnis. ■

ePA-CC GmbH: Competence in Nursing and Healthcare, Wiesbaden  
Tel.: 0611/9310627  
mail@epa-cc.de  
www.epa-cc.de



epaSolutions Management: Übersicht der SPI-Verteilung je Station

die Software seit rund einem halben Jahr. Was sich verändert hat? Die Gespräche. Nicht nur intern, sondern auch mit anderen Berufsgruppen.

Das System ermöglicht einen transparenten Blick auf pflegerische Prozesse über Abteilungs- und Berufsgrenzen hinweg. Welche Bedarfe treten in welchen Fachbereichen verstärkt auf? Wie wirken sich personelle,

Dashboards sind sie sichtbar und nutzbar.

## Der Weg zum Magnetkrankenhaus – und warum Daten dabei helfen

Pflege, das zeigen internationale Vorbilder wie das US-amerikanische Magnet-Modell, wird dann besonders gut, wenn Pflegende mitentscheiden, Verantwortung überneh-

# Klinikum EvB unter den TOP 5 fortschrittlichsten Kliniken in Brandenburg

Die ersten Ergebnisse der zweiten Erhebung des DigitalRadar zur digitalen Reife deutscher Krankenhäuser zeigt deutliche Fortschritte in der Digitalisierung der Krankenhäuser.

Die Brandenburger Krankenhäuser schnitten beim „Digitalradar“ im Durchschnitt etwas besser ab als der Bundesdurchschnitt und erzielten 44 von 100 Punkten. Das Potsdamer Klinikum Ernst von Bergmann erreicht 57 Punkte (2021 = 55 Punkte) und liegt damit auch in dieser zweiten Erhebung deutlich über dem Bundesdurchschnitt. Diese herausragende Platzierung bestätigt die kontinuierlichen Fortschritte des KlinikumEvB in der digitalen Transformation.

„Wir sind stolz auf dieses Ergebnis, das unsere intensiven Bemühungen im Bereich der Digitalisierung widerspiegelt. Die Auszeichnung mit 57 Punkten im DigitalRadar bestätigt, dass wir auf dem richtigen Weg

sind“, sagt Tomislav Gmajnic, Sprecher der Geschäftsführung am Klinikum Ernst von Bergmann Potsdam. „Wir werden weiterhin gezielt in digitale Technologien und Innovationen investieren, um auch in Zukunft eine moderne und qualitativ hochwertige Patientenversorgung zu gewährleisten.“

## Arbeitsprozesse optimieren und Patientensicherheit erhöhen

„Diese Platzierung unterstreicht den hohen Digitalisierungsgrad des Klinikum EvB. Unser Ziel ist es auch weiterhin, durch digitale Lösungen sowohl die Arbeitsprozesse zu optimieren als auch die Patientensicherheit zu erhöhen.“ betont Stefan Georgy, Chief Digital Officer – Leiter Geschäftsbereich IT & Digitalisierung am Klinikum Ernst von Bergmann. „Das aktuelle Ergebnis bestärkt uns in unserer Arbeit und motiviert uns, die Digitalisierung weiter voranzutreiben.“

Digitale Projekte im Klinikum EvB Potsdam im Rahmen des Krankenhaus-zukunftsgesetzes (KHZG) und der Digital-

strategie hat das Klinikum Ernst von Bergmann zahlreiche Initiativen angestoßen und in die Umsetzung gebracht, um die Patientenversorgung weiter zu verbessern und effizienter zu gestalten. Die Projekte reichen von der digitalen Dokumentation in der Intensivmedizin und Anästhesie (PDMS), der Einbindung von KI-Unterstützung bei der Bildbefundung in der Radiologie, der Endoskopie und der Pathologie, der digitalen Anästhesieaufklärung – auch von zu Hause aus, bis hin zum Aufbau eines Integralen Kapazitätsmanagements für effiziente Ressourcenplanung und Echtzeit-Überwachung der Kapazitäten. Aber auch der Aufbau eines Digitalen Patientenportals sowie weitere Digitalisierungs- und Automatisierungsprojekte zur Optimierung der digitalen Prozesse und Patientenversorgung befinden sich in der Umsetzung.

DigitalRadar ist eine bundesweite Bewertung zur digitalen Reife von Krankenhäusern, die im Rahmen des KHZG durchgeführt wird. Mehr als 1.600 Kliniken haben sich an der zweiten Online-Erhebung im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit beteiligt. Die Untersuchung bewertet u.a. die IT-Infrastruktur, die digitale Patientenversorgung sowie die Einbindung innovativer Technologien in den Klinikalltag. Ziel ist es, eine objektive Standortbestimmung zu ermöglichen und Krankenhäuser auf ihrem Weg zur digitalen Exzellenz zu unterstützen.

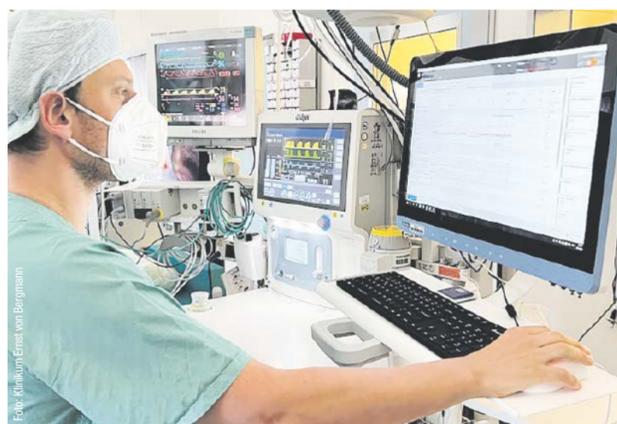
## Konsortium Digitalradar Krankenhaus

Das Konsortium Digitalradar Krankenhaus besteht aus den Projektpartnern HIMSS Europe, INAV – Institut für angewandte Versorgungsforschung, Lohfert & Lohfert, RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung und der Universität St. Gallen. 2021

wurde das Konsortium vom Bundesministerium für Gesundheit im Rahmen des Krankenhauszukunftsgesetzes beauftragt, ein Instrument, den Digitalradar, für die systematische Messung des digitalen Reifegrads deutscher Krankenhäuser zu entwickeln sowie so die Evaluation des Krankenhauszukunftsfonds zu ermöglichen. Er bietet datenbasierte Entscheidungsgrundlagen zur nachhaltigen Weiterentwicklung

der Digitalisierung im Gesundheitswesen. Das Projekt wird finanziert von der Europäischen Union durch das Programm NextGenerationEU. ■

www.evb-gesundheit.de • klinikumevb |



WILEY

## Die digitale Ausgabe der M&K ist nur einen Klick entfernt dank Newsletter-Alert!

**Liebe Leserinnen und Leser,** gerne stellen wir Ihnen die Nachrichten, Hintergrundberichte und Interviews rund ums stationäre Gesundheitswesen auch digital zur Verfügung.

Durch Ihre Lesetreue konnten wir die Print- und Onlineauflage von **Management & Krankenhaus** auf **28.000 Exemplare** ausweiten. Davon nutzen schon **11.000 Leser** die digitale Version.

Wenn Sie sich auch für die Digitalausgabe interessieren, registrieren Sie sich bitte für unseren Newsletter: [www.management-krankenhaus.de/newsletter](http://www.management-krankenhaus.de/newsletter) (oder einfach QR-Code scannen)

Wir danken sehr und grüßen herzlich

**Steffen Ebert**  
 Publishing Director

**Ulrike Hoffrichter**  
 Chefredaktion

Management & Krankenhaus

## Uniklinik Würzburg: „Gut auf Krisen vorbereitet“

Wie bereitet sich das Universitätsklinikum Würzburg auf Katastrophenfälle und die wachsenden Aufgaben des Zivilschutzes im Gesundheitswesen vor? Welche Verbesserungen bietet die Telemedizin bei der Versorgung von Intensivpatienten? Um diese Fragen ging es am 5. August beim Besuch von Bayerns Gesundheitsministerin Judith Gerlach am Universitätsklinikum Würzburg.

Am UKW werden die bestehenden Alarm- und Einsatzpläne regelmäßig in großangelegten Übungsszenarien trainiert. Dazu zählt auch die Zusammenarbeit mit

Einsatzkräften und Rettungsdiensten der Region. Erst im vergangenen Februar gab es eine Übung mit der Bundeswehr, bei der die Versorgung von kontaminierten Patienten in der Klinik für Nuklearmedizin des UKW praxisnah simuliert wurde. Gemeinsam mit der Berufsfeuerwehr Würzburg und den Katastrophenschutzkräften wurden vor Ort u.a. auch die Abläufe einer Dekontamination gezeigt. Gesundheitsministerin Gerlach betonte bei ihrem Besuch: „Das Thema Sicherheit ist für die meisten Krankenhäuser sehr präsent. Denn eine gute Vorbereitung

auf verschiedene Krisenszenarien ist von enormer Bedeutung.“ Die Universitätsmedizin Würzburg hat im vergangenen Wintersemester im Medizinstudium das Wahlfach „Katastrophenmedizin“ für Studierende etabliert. „In diesem sehr praxisorientierten Wahlfach lernen Studenten nicht nur, was eine Katastrophe ausmacht, sondern auch, wie sie in solchen Situationen effektiv handeln und welche Rolle sie zukünftig als Mediziner in einem solchen Szenario übernehmen. ■

www.ukw.de |

ADVERTORIAL

## Qualitätsstandards für Hygieneprodukte: EU-Normen geben Sicherheit

Die Anforderungen an Hygieneprodukte und Infektionsprävention in Einrichtungen des Gesundheitswesens steigen kontinuierlich.

Verantwortliche sehen sich dabei häufig mit unterschiedlichen Erwartungen, teils widersprüchlichen Empfehlungen und rechtlichen Vorgaben konfrontiert. Je nach Produktstatus und Anwendungsgebiet gelten für Desinfektionsmittel verschiedene europäische Gesetze. Die Vielfalt an Zulassungen sowie an Methoden zum Nachweis der Desinfektionsleistung sorgen bei Anwendern oftmals für Verunsicherung. Für den Wirksamkeitsnachweis von Biozidprodukten sind nach den einheitlichen europäischen Vorgaben die Prüfmethode gemäß EN 14885 sowie ECHA Efficacy Guidance verpflichtend anzuwenden. Diese Methoden werden kontinuierlich weiterentwickelt, und die

Hersteller sind verpflichtet, sie stets aktuell umzusetzen.

### Geprüfte Wirksamkeit durch akkreditierte Labore

Die Wirksamkeitsprüfung von Desinfektionsmitteln ist in ganz Europa einheitlich geregelt und wird nach standardisierten Europäischen Normen in qualifizierten Prüflaboratorien durchgeführt. Damit ist gewährleistet, dass die Erstellung der Wirksamkeitsnachweise hohen Qualitätsanforderungen entspricht. Auf diese Weise steht den Anwendern ein sicheres und wirksames Produkt zur Verfügung.

Verantwortliche in Einrichtungen des Gesundheitswesens müssen darauf achten, dass eingesetzte Mittel nachweislich nach den maßgeblichen EU-Normen geprüft sind. Das gilt natürlich auch, wenn eine sporizide Wirksamkeit erforderlich ist. Denn Clostridioides difficile und andere Sporenbildner erfordern im medizinischen



Europäische Normen regeln die Wirksamkeitsprüfung von Desinfektionsmitteln einheitlich und verbindlich.

Alltag besondere Aufmerksamkeit bei der Hygiene. Für die Auswahl geeigneter Produkte ist dabei ausschließlich der erfolgreiche Nachweis einer sporiziden Wirksamkeit nach der geltenden Norm EN 17126 ausschlaggebend.

### Volle sporizide Wirksamkeit nach EN 17126

Mit der Ultrasol Oxy Familie bietet Dr. Schumacher eine Produktreihe auf Basis der Wirkstoffe Peressigsäure und

Wasserstoffperoxid für die effiziente Desinfektion von Flächen aller Art. Die volle Sporizidie (gem. EN 17126) und volle Viruzidie (gem. 14476) sind Teil eines umfangreichen Wirkungsspektrums (bakterizid, levurozid, tuberkulozid, mykobakterizid, sporizid, fungizid und viruzid gemäß aktueller EN-Normen) der Produkte, das sowohl die Desinfektion im Infektionsfall. Im praktischen Einsatz zeigt es sich durch kurze Einwirkzeiten besonders effizient: Clostridioides difficile-Sporen werden innerhalb von fünf Minuten inaktiviert (gem. EN 17846), eine volle sporizide Flächendesinfektion wird innerhalb von 15 Minuten erreicht.

Die aktiven Wirkstoffe von Ultrasol Oxy, Peressigsäure und Wasserstoffperoxid, zerfallen in die Abbauprodukte Sauerstoff, Wasser und Essigsäure. Das Produkt und seine Abbauprodukte sind zudem phenol- und aldehydfrei. Es verfügt aufgrund der oxidativen Basis über eine hohe Materialverträglichkeit und Produktkompatibilität

und ist nach EN ISO 10993-1 auf Biokompatibilität getestet.

### Erfüllt die hohen Qualitätsstandards

Anwender erhalten somit von Dr. Schumacher eine oxidative Produktfamilie für die Routine und den Ausbruchsfall, die die gesetzlichen Anforderungen vollständig erfüllt – von der Zulassung bis zum umfassend geprüften Wirkspektrum. ■

Dr. Schumacher GmbH, Malsfeld  
Tel.: 05664/9496-0  
info@schumacher-online.com  
www.schumacher-online.com

Desinfektionsmittel vorsichtig verwenden. Vor Gebrauch stets Etikett und Produktinformationen lesen.

## Diagnostic Stewardship: Was wissen wir, was wollen wir?

Diagnostic Stewardship sollte in die Arbeit der Hygieneteams auf allen Ebenen der Patientenversorgung und im Bereich der Umgebungsuntersuchungen integriert werden.

Prof. Dr. Sebastian Schulz-Stübner, Deutsches Beratungszentrum für Hygiene (BZH GmbH), Freiburg

Dem Thema Diagnostic Stewardship wird sowohl im Rahmen des Antibiotic Stewardship als auch in der Krankenhaushygiene eine wichtige Bedeutung zugeschrieben – daher steht es als Vortragsthema im Hauptprogramm beim diesjährigen Freiburger Infektologie- und Hygienekongress des BZH.

### Umfrage zum Wissensstand

Beim letzten Kongress des BZH 2024 wurde eine Umfrage unter deutschsprachigen Hygieneteams durchgeführt, um den Wissensstand und die Wünsche zu diesem Thema in Erfahrung zu bringen.

182 Hygienefachkräfte, hygienebeauftragte Pfleger, hygienebeauftragte Ärzte

und Krankenhaushygieniker wurden per Fragebogen zum Wissen, zur Anwendung und zu ihren Einschätzungen zu verschiedenen Diagnostic-Stewardship-Maßnahmen befragt.

96 % der Befragten kamen aus Deutschland, die übrigen 4 % aus Österreich und der Schweiz. Hygienefachkräfte machten mit 50 % die größte Berufsgruppe aus.

### Welche Diagnostik und wann?

Die Einschätzung zur Anwendung „genau richtig“ für verschiedene Untersuchungen gibt die Abbildung wieder. Bei den Blutkulturen haben 28,6 % der Befragten in ihren Einrichtungen eine Vorgabe, die Entnahme aller Kulturen aus einer Punktion vorzunehmen, 60 % aus mehreren Punktionen. 73 % der Befragten geben an, dass zwei Blutkulturpaare entnommen werden, 14 % drei Pärchen („six pack“). Die „differential time to positivity“ bei katheterassozierten Infektionen kommt bei 34 % der Befragten oft zum Einsatz. Diagnostic Stewardship-Methoden wie „Reflex-Testing“ bei Harnwegsinfektionen oder gesteuerte Antibiotikogramme werden selten eingesetzt (nicht bekannt: 63,7 % resp. 36,8 %).

Die größten Unsicherheiten bestehen bei selten genutzten Labor-Untersuchungen wie IL6 und Beta-D-Glukan, die gerade

an kleineren Häusern häufig nicht verfügbar sind. Die niedrigen Werte zum „genau richtigen“ Einsatz bei Urinkulturen und Urinteststreifen lassen Verbesserungspotential bei der Diagnostik von Harnwegsinfektionen vermuten. Obwohl die Bestimmung des Pneumokokkenantigens im Urin bei der Diagnostik der ambulant erworbenen

Pneumonie von der deutschen S3-Leitlinie empfohlen wird, kommt diese nur selten zum Einsatz oder ist unzureichend bekannt, während das Legionellen-Antigen im Urin besser etabliert zu sein scheint.

Die Blutkulturdiagnostik erfolgt leitlinienkonform und es scheint, dass sich innovative, in der Literatur gut belegte Ansätze wie die Entnahme von drei Blutkulturpärchen aus einer einzigen Punktion bei Verdacht auf Sepsis/Septischen Schock, langsam verbreiten.

Diagnostische Stewardship-Strategien wie Reflextests und gesteuerte Antibiotikogramme werden nur gelegentlich eingesetzt und stoßen manchmal auf Skepsis. Das Screening auf methicillinresistente Staphylococcus aureus (MRSA) und vancomycinresistente Enterokokken (VRE) wurde von mehr als 60 % der Befragten als „genau richtig“ beurteilt, das Screening auf multiresistente gramnegative Bakterien (MRGN) von 50 %.

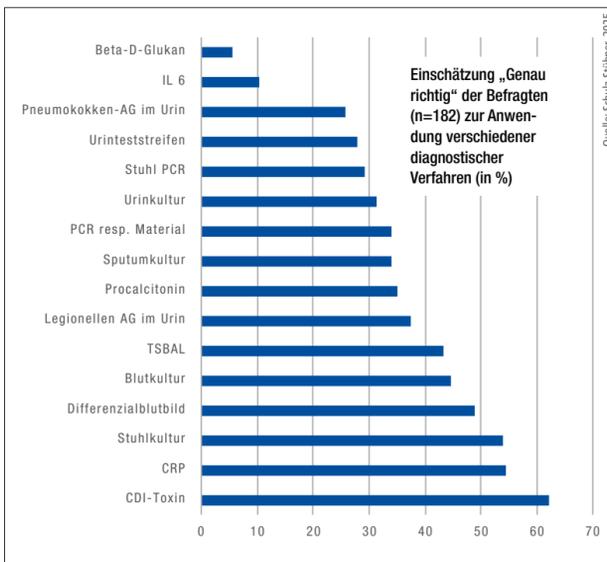
### Überraschende Ergebnisse

Bei den hygiespezifischen Fragen halten 32,42 % der Befragten den Umfang der Probenahme bei Oberflächenproben für unzureichend, während 53,2 % dasselbe für die Probenahme von den Händen des

Personals glauben. Die große Zahl der Befragten, die mikrobiologische Handproben als „nicht ausreichend“ ansahen, überraschte angesichts der weitaus besseren Aufklärungsinstrumente für die Überwachung der Händehygiene und der Motivation, wie fluoreszierende oder farbstoffbasierte Visualisierungstechniken in Echtzeit. Ebenso wurde die Beprobung von Oberflächen in der Umgebung häufig als unzureichend angesehen, obwohl eine routinemäßige Beprobung von Oberflächen in der Umgebung nicht empfohlen wird und Alternativmethoden mit besserem Schulungswert zur Prüfung des Reinigungserfolges (z.B. ATP-Messungen oder Fluoreszenzmarker) zur Verfügung stehen.

Die Ergebnisse der Kongressumfrage deuten darauf hin, dass die verstärkte Einbeziehung der Hygieneteams in diagnostische Stewardship-Aktivitäten auf allen Ebenen der Patientenversorgung und im Bereich der Umgebungsuntersuchungen sinnvoll ist. Weitere Details der Umfrageergebnisse sollen in „GMS Hygiene and Infection Control“ veröffentlicht werden. ■

| www.bzh-freiburg.de |



CDI (Clostridioides difficile), CRP (C-reaktives Protein), TSBAL (Trachealsekret oder bronchioalveoläre Lavage), PCR (Polymerase Kettenreaktion), AG (Antigen), IL (Interleukin)

## Die Temperatur ist nicht entscheidend

Welchen Einfluss hat die Wassertemperatur, die Waschkdauer und die Wassermenge auf das Händewaschen? Zwei Studien der Medizinischen Universität Wien zeigen überraschende Ergebnisse.

Alexandra HöB, Hamburg

Gründliches Händewaschen zählt zu einer der wichtigsten Maßnahmen, um die Übertragung von Krankheitserregern zu verhindern. Das ist unbestritten. Aber muss dafür das Wasser wirklich warm oder heiß sein oder reicht kaltes Wasser auch aus? Und muss man sich wirklich für mindestens 30 Sekunden die Hände waschen oder sind 10 oder 20 Sekunden genug?

Das untersuchte Prof. Dr. Miranda Suchomel vom Institut für Hygiene und Angewandte Immunologie der Medizinischen Universität Wien mit ihrem Team. Dazu wurden im Prüflabor Händewaschversuche mit einer Lösung mit E. coli-Bakterien bei verschiedenen Temperaturen und Zeiten durchgeführt.



Prof. Dr. Miranda Suchomel

„Der Auslöser für diese Studie war, dass ich in der Literatur immer wieder gefunden haben, dass es egal ist, ob man sich die Hände mit kaltem oder warmem Wasser wäscht“, berichtet die Wissenschaftlerin. Bei diesen Studien ging es jedoch eher darum, welche Temperatur die Probanden als angenehm empfanden. Die Überprüfung der Wirksamkeit war dabei nie ein Thema.

Suchomel und ihr Team verfolgten einen anderen Ansatz: überprüft wurde der Einfluss der Wassertemperatur und der Waschkdauer auf das Händewaschen mit Hilfe einer abgespeckten und veränderten Version der Norm EN 1499. Anhand dieser Norm wird normalerweise am Institut von Suchomel die Wirksamkeit von desinfizierenden Seifen nachgewiesen.

### Überprüfung anhand der Norm

Bei den Versuchen zur aktuellen Studie wurde jedoch die Seife beim Händewaschen weggelassen, um so allein die Wirksamkeit des kalten und warmen Wassers überprüfen zu können. „Normalerweise wird ja die Seife in den Händen verrieben und die Wassertemperatur kommt nur beim Abspülen zum Tragen. Also ist dann nur noch die Abspültemperatur relevant, nicht die Waschkdauer“, erklärt die Wissenschaftlerin.

Vorhergehende Studien hatten auch gezeigt, dass in öffentlichen Bereichen beim Händewaschen oft keine Seife benutzt wird oder auch gar keine Seife oder nur kaltes Wasser an den Waschkplätzen vorhanden ist. In der Literatur wird auch beschrieben, dass die Waschkzeit meist nur ganz kurz ist.

Um die Realität gut abzubilden, hat die Wissenschaftlerin bei ihren Versuchen daher auch ganz kurze Waschkzeiten von jeweils 10 und 20 Sekunden angesetzt im Vergleich zu einer Minute Referenzwaschverfahren. Außerdem wurde 4 °C kaltes und 40 °C warmes Wasser verwendet.

### Hohe Reduktion in kurzer Zeit

„Ich persönlich war vom Ergebnis erstaunt“, kommentiert Suchomel ihre erhobenen Daten. So zeigte sich, dass alle Varianten, ob 20 und 10 Sekunden, ob kaltes oder warmes Wasser, signifikant schlechter abschnitten als das Referenzverfahren mit einer Minute – allerdings war der Unterschied gar nicht so groß. „Mit dem Referenzverfahren mit einer Minute haben wir eine Keimreduktion von 2,7 Log-Stufen geschafft und in 20 Sekunden mit warmem Wasser immerhin noch 2,39 Log-Stufen. Das ist eine hohe Reduktion in der kurzen Zeit.“

Und auch die Variante mit 20 Sekunden Waschkzeit und 4 °C kaltem Wasser zeigte

gute Ergebnisse: hier lag die Keimreduktion immerhin noch bei 2,2 Log-Stufen.

Allerdings war die Keimreduktion, egal ob bei 4 oder bei 40 °C, bei einer Waschkzeit von nur 10 Sekunden signifikant schlechter. Das heißt: der Driving-Factor war nicht das kalte oder warme Wasser, sondern die Zeit. „Es scheint also egal, welche Wassertemperatur man zum Händewaschen verwendet. Feststellen lässt sich jedoch: je länger man die Hände wäscht, desto besser“, so Suchomel.

Der Einsatz von kaltem Wasser hat laut der Wissenschaftlerin einige Vorteile, z.B. für den Hautschutz. So öffnen sich beim Händewaschen mit heißem Wasser die Poren, die Gefäße erweitern sich, die Haut wird aufgeschwemmt und es können Eintrittspforten für Mikroorganismen entstehen. Außerdem führe das Händewaschen mit kaltem Wasser zu einer Energieeinsparung.

„Auf der anderen Seite ist das Händewaschen mit extrem kaltem Wasser wie zum Beispiel mit 4 °C, aber auch mit 10 °C, nicht gerade angenehm. Das könnte dazu führen,

dass man sich nicht die ganze Hand ausreichend lang wäscht, sondern vielleicht nur die Fingerspitzen benetzt“, so Suchomel.

### Weniger Wasser, weniger Keime

In einer zweiten Studie der Wissenschaftlerin, die bisher noch nicht publiziert wurde, gab es ebenfalls überraschende Ergebnisse. So zeigte sich, dass ein geringeres Wasservolumen beim Abwaschen einer aufgetragenen E. Coli-Suspension zu einer höheren Reduktion von Keimen führt. Wenn weniger Wasser für den Waschvorgang zur Verfügung steht, werden anscheinend automatisch die Hände stärker gerieben und der mechanische Effekt wirkt sich positiver aus.

Der Hintergedanke beider Studien war, wie man beim Händewaschen Ressourcen sparen kann, ohne, dass die Hygiene darunter leidet. „Wenn es um das Händewaschen geht, haben wir Einsparpotentiale sowohl bei der Temperatur als auch bei der Wassermenge. Für uns war wichtig, dies einmal systematisch unter Anwendung einer europäischen Norm zu untersuchen“, so Suchomel. ■

| www.meduniwien.ac.at |

# Gründe für die sichere Flächendesinfektion

Die indikationsgerechte Flächendesinfektion im Gesundheitswesen ist eine essenzielle Maßnahme zur Prävention und Kontrolle nosokomialer Infektionen.

Hans-Otto von Wietersheim, Pforzheim

In Deutschland werden jährlich ca. 17 Mio. Menschen vollstationär behandelt. Hinzu kommen medizinische Maßnahmen im Rahmen der ambulanten medizinischen Versorgung und anderen Einrichtungen des Gesundheitswesens. Pflege und Behandlung sind je nach ihrer Art mit einem endogenen und exogenen Infektionsrisiko verbunden. Dieses soll auf der Basis der aktuellen Erkenntnisse über die Vermeidung derartiger Infektionen minimiert werden. Neben der Händedesinfektion ist die Flächendesinfektion eine der wichtigsten Maßnahmen, um die Übertragung von Erregern einzudämmen. Oberflächen können zu einem Reservoir für Krankheitserreger werden, da viele Mikroorganismen - abhängig von den allgemeinen Umgebungsbedingungen - einige Stunden, Tage oder gar Monate auf Oberflächen infektiös verbleiben können. Diese Tenazität verschiedener Mikroorganismen gilt es zu stoppen. Bei der Flächendesinfektion ist es wichtig, diverse Regeln wie die richtige Dosierung, die vollständige Benetzung

sowie Einwirkzeiten zu beachten, sonst ist die Desinfektion weniger effektiv. Auch die richtige Wahl des Desinfektionsmittels ist wichtig. Im Umfeld infektionsanfälliger und abwehrgeschwächter Patienten ist die desinfizierende Flächenreinigung besonders relevant. Sie zielt darauf ab, die Anzahl der vermehrungsfähigen Mikroorganismen zu reduzieren - auch auf makroskopisch sauberen Flächen.

## Routinedesinfektion immer parat

Unterschiedliche Viren und Bakterien verbreiten sich auf unterschiedliche Art und Weise. Durch die indikationsgerechte Flächendesinfektion werden Keime zuverlässig abgetötet. Desinfektions- und Reinigungsmaßnahmen müssen auf die Dispositionen der jeweiligen Organismen abgestimmt sein, um einen effektiven Nutzen zu entwickeln. Unterschieden wird zwischen alkoholbasierten Desinfektionsmitteln, Aldehyde, quartären Ammoniumverbindungen (QAV) und Oxidationsmitteln. Die Flächendesinfektion wird in nahezu allen KRINKO-Empfehlungen thematisiert, entweder in Bezug auf Flächen in Räumen (Arbeitsflächen, Mobiliar, Fußböden, Sanitärbereiche) oder in Bezug auf die Desinfektion von Oberflächen von unkritischen MP (z.B. Inkubatoren, Monitore, Tastaturen, geräteseitige Bedienoberflächen, Babywaagen). Gegen bestimmte Viren helfen „begrenzt viruzide“ Desinfektionsmittel (wirksam gegen behüllte Viren). Keime benötigen

aufgrund ihrer äußeren Struktur andere Mittel wie auch zum Beispiel die Gattung Norovirus (unbehüllte Viren). Hierfür muss Desinfektionsmittel mit der Bezeichnung „begrenzt viruzid PLUS“ eingesetzt werden. Geeignete Mittel enthalten die Liste der vom RKI geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren (RKI-Liste) und die Desinfektionsmittel-Liste des Verbundes für Angewandte Hygiene (VAH-Liste). Bei behördlich angeordneten Desinfektionsmaßnahmen ist die RKI-Liste heranzuziehen. Infektionserreger, die nosokomiale Infektionen verursachen, können auch gegenüber ausgewählten bioziden Wirkstoffen in Antiseptika und Desinfektionsmitteln unempfindlicher werden. In der im Epidemiologischen Bulletin 39/2020 veröffentlichten Literaturstudie wird am Beispiel von Chlorhexidindigluconat (CHG) gezeigt, dass bei 20 von bisher 78 untersuchten Bakterienspezies eine starke Erhöhung der Toleranz ausgelöst werden kann (MHK-Anstieg: > 4-fach). Gegenüber Ethanol, n-Propanol, Isopropanol, PVP-Iod, Natriumhypochlorit, Peressigsäure, Wasserstoffperoxid und Glutaraldehyd wurde bislang keine relevante und stabile Toleranzentwicklung beschrieben. Mit Blick auf eine mögliche Toleranzbildung sind Präparate zur Flächendesinfektion auf Basis von Peroxiden

bzw. Natriumhypochlorit (große Flächen) oder Alkoholen (kleine Flächen) vorteilhaft.

## Getrennte Infektionsprävention

Reinigungsverfahren mit Detergenzien allein sind nicht ausreichend, um Mikroorganismen auf Oberflächen abzutöten. So werden Verschmutzungen zwar entfernt, aber pathogene Keime können auf den

zur Prävention der Infektion durch Enterokokken mit speziellen Antibiotikaresistenzen sowie Empfehlungen zur

Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten Staphylococcus aureus-Stämmen (MRSA) in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen. Räume, in denen CDI-Patienten untergebracht sind, täglich mit einem Flächendesinfektionsmittel mit nachgewiesener Wirksamkeit gegen

Liste derjenigen Bakterien gesetzt, gegen die dringend neue Medikamente benötigt werden. Die gefährliche Verbreitung von Acinetobacter baumannii geht aber nicht nur auf die Antibiotikaresistenzen zurück, sondern auch auf seine enorme Anpassungsfähigkeit: Er wächst auch unter rauen Bedingungen wie Trocken- und Salzstress und kann daher unterschiedliche Ökosysteme im Menschen besiedeln wie Blase, Hautoberfläche und Lunge.

## Veränderungen wachsen ständig

Flächendesinfektionsmittel stellen die größte Produktgruppe dar und werden zu 41 % als gebrauchsfertige Lösung, zu 26 % als Tücher oder zu 33 % als Konzentrate von den Herstellern bereitgestellt. Die beiden am häufigsten vertretenen Wirkstoffgruppen in diesen Produkten sind die Alkohole mit 45 % und quartäre Ammoniumverbindungen (QAV) mit 37 %. Der Produktanteil auf der Wirkstoffbasis von Aldehyden, Alkylaminen oder Peroxidverbindungen liegt bei drei bis sechs Prozent. Das Desinfektionsmittel sollte keine negativen Auswirkungen auf die behandelten Oberflächen haben. Viele Materialien, insbesondere Kunststoffe und Gummi, können durch bestimmte chemische Substanzen angegriffen werden. Desinfektionsmittel auf Basis von Alkoholen und Oxidationsmitteln sollten daher mit Vorsicht verwendet werden, um Schäden an medizinischen Geräten zu vermeiden. Bei der Auswahl eines sicheren und wirksamen Produktes für eine bestimmte Desinfektionsaufgabe sollte eine enge Abstimmung zwischen verantwortlicher Führungskraft und den jeweiligen Arbeitsschutz- und Hygienefachpersonen im Krankenhaus erfolgen. Dabei sind Arbeitsschutzvorgaben, Hygieneanforderungen, Umweltschutz und betriebliche Rahmenbedingungen bei der Entscheidung gemeinsam zu berücksichtigen. ■



Oberflächen verbleiben. Bei der Definition sind auch andere, die Flächendesinfektion bzw. die desinfizierende Flächenreinigung betreffende Empfehlungen der KRINKO zu speziellen Bereichen zu berücksichtigen, insbesondere die Empfehlungen zur Prävention postoperativer Wundinfektionen, zur Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten, die Anforderungen an die Infektionsprävention bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten, Hygienemaßnahmen bei Clostridioides difficile-Infektion (CDI), bei Infektionen oder Besiedlung mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen und

C. difficile zu desinfizieren (Kat. II). Hierbei sollten mindestens die Konzentration und EWZ entsprechend der bakteriziden/levuroziden Wirksamkeit gewählt werden. Bei CDI-Ausbrüchen sind auch Flure (inklusive Handläufe im Flur) und Nebenräume der Station mit Desinfektionsmitteln mit gegen C. difficile nachgewiesener Wirksamkeit in sporizider Konzentration-Zeit-Relation zu desinfizieren. Das Bakterium Acinetobacter baumannii ist ein äußerst gefährlicher Erreger im Krankenhaus: Viele der Bakterienstämme sind gegen Antibiotika aus unterschiedlichen Stoffklassen resistent. Die Weltgesundheitsorganisation hat Acinetobacter baumannii auf Platz 1 der

# Neuer Wirkstoff hemmt Staphylococcus aureus-Toxin

Das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung entwickelt eine innovative Wirkstoffklasse zur Hemmung von Krankenhauskeimen.

Eine internationale Forschungsgruppe unter Leitung des Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung (HZI) hat einen vielversprechenden neuen Wirkstoffkandidaten gegen schwere Lungeninfektionen durch den Krankenhauskeim Staphylococcus aureus entdeckt. Die Studie, die kürzlich in Cell Host & Microbe veröffentlicht wurde, beschreibt erstmals, wie kleine Moleküle aus der Klasse der Quinoxalindione gezielt das bakterielle Toxin  $\alpha$ -Hämolyysin blockieren - einen zentralen Auslöser für Gewebeschäden und Entzündungen.

cus aureus oft schwer behandelbar“, sagt Prof. Mark Brönstrup, Letztautor der Studie und Leiter der Abteilung „Chemische Biologie“ am HZI. „Unsere neuartige Strategie greift daher nicht das Bakterium selbst an, sondern neutralisiert gezielt ein von ihm produziertes Toxin. Damit eröffnen wir eine neue therapeutische Perspektive - besonders für schwer erkrankte Menschen mit hohem Risiko.“

## Wirkstoff macht Toxin unschädlich

Es geht im neuen Forschungsansatz um die zielgerichtete Blockade des Schlüsselfaktors  $\alpha$ -Hämolyysin, eines Proteins, das in der Lunge Poren in Zellmembranen bildet und so zu Zerstörung von Lungengewebe und Immunzellen, Entzündung

das Toxin unschädlich macht, bevor es Schaden anrichtet - und genau das leisten die Quinoxalindione“, sagt Dr. Aditya Shekhar, Erstautor der Studie. „Besonders beeindruckend war, dass wir nicht nur Zellen schützen, sondern auch bei infizierten Mäusen das Überleben signifikant verbessern konnten.“

Im Mausmodell konnte der Wirkstoff die Überlebensrate bei einer akuten Lungeninfektion mit dem hochvirulenten S. aureus-Stamm USA300 deutlich erhöhen, sowohl bei vorbeugender als auch bei therapeutischer Verabreichung. Gleichzeitig reduzierten sich Entzündungsmarker sowie die bakterielle Last in der Lunge von immunkompetenten Mäusen. Ebenfalls wirkungsvoll war die Kombination von H052 mit dem Antibiotikum Linezolid.

## Neue Wege im Kampf gegen Antibiotikaresistenzen

Das Konzept der „Pathoblocker“, also Wirkstoffe, die bakterielle Virulenzmechanismen und nicht das Bakterium selbst hemmen, gilt als zukunftsweisend. Da kein Selektionsdruck auf das Bakterium ausgeübt wird, ist das Risiko für Resistenzentwicklung deutlich geringer.

„Unsere Ergebnisse zeigen, dass sich auch große bakterielle Toxine gezielt mit kleinen Molekülen hemmen lassen - das öffnet Türen für eine völlig neue Klasse von Antiinfektiva“, ergänzt Shekhar. Dank guter Herstellungsmöglichkeiten und Verträglichkeit könnte der Wirkstoffkandidat H052 insbesondere als Infusionspräparat in Kliniken eingesetzt werden - etwa zur Vorbeugung schwerer Lungenentzündungen bei Risikopatient\*innen.

Die Forschung wurde maßgeblich am HZI in Braunschweig und im Rahmen des Deutschen Zentrums für Infektionsforschung in enger Partnerschaft mit dem Lead Discovery Center in Dortmund durchgeführt. Dafür erhielt das Forschungsteam eine Meilenstein-abhängige Förderung von der gemeinnützigen Vereinigung CARB-X (Combating Antibiotic-Resistant Bacteria Biopharmaceutical Accelerator) in Höhe von bislang 4,9 Mio. US-Dollar; weitere Mittel bis zum Ende der Phase 1 der klinischen Prüfung stellt CARB-X je nach Projektfortschritt in Aussicht. ■

und letztlich zur Verschlechterung des Krankheitsverlaufs führt. Die Forschenden entwickelten ein miniaturisiertes Testsystem, mit dem sie über 180.000 Substanzen auf ihre Fähigkeit hin untersuchten, die Wirkung von  $\alpha$ -Hämolyysin zu blockieren. Wirkstoffkandidaten aus der Klasse der Quinoxalindione, insbesondere die Substanz H052, erwiesen sich dabei als hochwirksam, sowohl in Zellkultur als auch in Tiermodellen.

„Unser Ziel war es, einen niedermolekularen Wirkstoff zu entwickeln, der



Lungenentzündungen mit dem Bakterium Staphylococcus aureus zählen zu den gefährlichsten Infektionen, die im Krankenhaus auftreten können. Besonders besorgniserregend sind multiresistente Stämme, gegen die viele Antibiotika nicht mehr wirken. Diese Erreger sind weltweit verbreitet und stellen selbst für moderne Gesundheitssysteme eine große Herausforderung dar. Trotz intensiver Therapie liegt die Sterblichkeit bei betroffenen Patienten häufig über 20 %.

„Selbst mit eigentlich wirksamen Antibiotika sind Infektionen mit Staphylococ-

| www.helmholtz-hzi.de |

**Dr. Schumacher**

*Wir schützen Deine Gesundheit.*

# SPORIZID LEISTUNGSSTARK ULTRASOL OXY®

Vorübergehend als **Biozidprodukt**<sup>1</sup> lieferbar

Zeitsparend durch **kurze Einwirkzeiten**<sup>2</sup>

**Sehr breites Wirkungsspektrum**<sup>3</sup> für hygienesensible Bereiche

**Hohe Material- und Produktkompatibilität** durch oxidative Basis

[www.ultrasol-oxy.de](http://www.ultrasol-oxy.de)

<sup>1</sup> Unsere ULTRASOL OXY Produkte sind vorübergehend als Biozidprodukte erhältlich - bis zur Wiederverfügbarkeit als Kombinationsprodukt Biozid/Medizinprodukt Klasse IIb.

<sup>2</sup> tuberkulozide Flächendesinfektion, Wirksam gegen Clostridium difficile-Sporen innerhalb von 5 Min., sporizide Wirksamkeit innerhalb von 15 Min. (inkl. B. subtilis)

<sup>3</sup> bakterizid, levurozid, tuberkulozid, mykobakterizid, sporizid, fungizid und viruzid gem. aktueller EN-Normen

Dr. Schumacher GmbH · Am Roggenfeld 3 · 34233 Malsfeld · T 05664 9496-0 · info@schumacher-online.com

[www.schumacher-online.com](http://www.schumacher-online.com)

Desinfektionsmittel vorsichtig verwenden. Vor Gebrauch stets Etikett und Produktinformationen lesen.

ADVERTORIAL

## Pumpensysteme im Fokus

Betriebskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen nachhaltig senken: Wilo unterstützt Kliniken mit einer umfassenden Systemanalyse.

Krankenhäuser stehen unter enormem wirtschaftlichem und regulatorischem Druck. Die Kombination aus steigenden Energiekosten, strengeren Klimaschutzvorgaben und der Krankenhausreform der Bundesregierung zwingt Betreiber dazu, bestehende Infrastrukturen nachhaltiger, sicherer und effizienter zu gestalten. Besonders im Fokus stehen dabei zentrale gebäudetechnische Komponenten wie Pumpensysteme – essentielle Elemente für den sicheren und hygienischen Betrieb eines Krankenhauses. Als einer der weltweit führenden Anbieter von Pumpen- und Pumpensystemen für die Gebäudetechnik, die Wasserwirtschaft und die Industrie bietet Wilo mit dem Wilo-Energie Audit<sup>1</sup> einen zukunftsgerichteten Service, der nun gezielt auch Krankenhäuser dabei unterstützt, ihre Betriebskosten nachhaltig zu senken und gleichzeitig einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

### Hohe Energieverbräuche und laufende Kosten

Krankenhäuser sind Großverbraucher von Energie. Oft denkt man bei Stromfressern an große, offensichtliche Anlagen wie Elektrogeräte oder Klimaanlage. Pumpen sind für einen großen Teil des Energieverbrauchs verantwortlich und bilden das unsichtbare Herz eines Krankenhauses:

Pumpentechnik findet ihren Einsatz bei der Kühlung von Operationssälen und Patientenzimmern, beim Warmwassertransport in allen Gebäudeteilen, bei der Bereitstellung hygienisch einwandfreien Trinkwassers, bei funktionierenden Feuerlöschsystemen sowie bei der Abwasserentsorgung. Redundanzsysteme sichern den Betrieb auch im Notfall. Pumpen

hygienischer Standards – bei konstant sinkenden Budgets.

Das Wilo-Energie Audit setzt genau hier an: Es analysiert nicht nur einzelne Pumpen, sondern das gesamte Pumpensystem einschließlich Steuerungstechnik, Verteilungssystem und hydraulischer Rahmenbedingungen. Dabei werden auch systemische Probleme wie Über- oder Unterdimen-

sur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele von Krankenhäusern.

### Effizienter Prozess – von der Analyse bis zur Umsetzung

Das Wilo-Energie Audit folgt einem strukturierten Ablauf: Zunächst erfolgt eine Vor-Ort-Inspektion, bei der das beste-

konkrete Maßnahmen zur Energieeinsparung umfasst. Nach Zustimmung des Betreibers beginnt die Umsetzungsphase, inklusive der Koordination des Pumpentauschs, der Installation neuer Systeme und deren Inbetriebnahme. Abschließend sorgt eine nachhaltige Betreuung in Form von Follow-up-Wartung und optionalen Garantiepaketen für langfristige Effizienz und Sicherheit.

### Konkrete Einsparpotentiale sind möglich

Das Wilo-Energie Audit zeigt auf, wo und wie Energie effizienter genutzt werden kann. Ein Erfolgsbeispiel ist das Krankenhaus Lüdenschied: Der Austausch von nur zwei überdimensionierten Pumpen führte zu Einsparungen von 30.000 € jährlich – bei

Ursprünglich liefen drei Pumpen ganzjährig mit voller Leistung, was zu hohem Verbrauch führte. Die neuen Pumpen bieten Flexibilität und Betriebssicherheit. Das Investitionsvolumen amortisiert sich in weniger als zwei Jahren und spart seither 23.500 € Betriebskosten jährlich.

Wie hoch das Potential speziell für Krankenhäuserbetreiber ist, wird schnell deutlich: Pumpensysteme sind essentielle Bestandteile der Gebäudetechnik und machen weltweit rund 10 % des Stromverbrauchs aus. Laut Europäischer Kommission sind Gebäude für 36 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen und 40 % des Energieverbrauchs in der EU verantwortlich. Eine klimasichere Zukunft ist ohne die Dekarbonisierung des Gebäudebestands nicht möglich. Dennoch wird in vielen Gebäuden heute zwischen 20 und 50 % mehr Energie verbraucht, als notwendig wäre. Dabei helfen oft bereits leichte Anpassungen: In vielen Krankenhäusern laufen Pumpen außerhalb ihres optimalen Arbeitspunktes, weil sie auf Vollast ausgelegt wurden – ein Zustand, der im Alltag kaum erreicht wird. Eine Anpassung der Betriebsparameter (z. B. Vorlauftemperatur, Differenzdruck) führt häufig zu direkten Energieeinsparungen. Mit dem Wilo-Energie Audit können Krankenhäuser systematisch dieses Optimierungspotential nutzen, Betriebskosten senken und zugleich regulatorische Anforderungen erfüllen. ■

**Typische Herausforderungen von Gebäudebetreibern:**

- Alte, ineffiziente Pumpensysteme
- Überdimensionierte Pumpen
- Keine Pumpendaten – keine Optimierungsgrundlage
- Ungeklärte Störfähigkeiten

**Die Lösung: Wilo-Energie Audit**

- Anlagenoptimierung nach Datenanalyse
- Senkung der Betriebskosten
- Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes
- Effektive Maßnahme zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen

Weitere Informationen zum Wilo-Energie Audit für Krankenhäuser finden sich im kostenlosen Whitepaper: **Energieeffizienz & Betriebssicherheit im Krankenhaus | Wilo**

Weitere Informationen zum Wilo-Energie Audit für Krankenhäuser finden sich im kostenlosen Whitepaper: **Energieeffizienz & Betriebssicherheit im Krankenhaus | Wilo**



einer Amortisationszeit von unter einem Jahr. Ein weiteres Beispiel ist das Krankenhaus in Béziers, Südfrankreich. Es verfügt über 1.180 Betten. Ziel war die Optimierung des Energieverbrauchs im Heizungsraum und die Ausstattung der Pumpen mit einem Kommunikationssystem zur Überwachung.

WILO SE, Dortmund  
energy@wilo.com  
www.wilo.de

## Nachhaltiges Energiemanagement nach DIN EN ISO 50.001 eingeführt

Die Knappschaft Kliniken und alle zugehörigen Krankenhäuser des Klinikverbundes freuen sich über die erfolgreiche Zertifizierung für Energiemanagementsysteme. Mit dieser Auszeichnung wird die Einführung eines umfassenden Energiemanagementsystems bestätigt, das auf Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Klimaschutz im Gesundheitswesen ausgerichtet ist.

Die Zertifizierung gilt für folgende Einrichtungen im Klinikverbund: Knappschaft Kliniken GmbH (Zentrale); Knappschaft Kliniken Universitätsklinikum Bochum; Knappschaft Kliniken Bottrop; Knappschaft Kliniken Sulzbach; Knappschaft Kliniken Püttlingen; Knappschaft Kliniken Paracelsus Marl; Knappschaft Kliniken Recklinghausen; Knappschaft Kliniken Gelsenkirchen-Buer; Knappschaft Kliniken Dortmund; Knappschaft Kliniken Lünen; Knappschaft Kliniken Kamen; Knappschaft

Kliniken Lütgendortmund Rhein-Maas Klinikum.

### Verantwortungsvoll wirtschaften – mit messbaren Ergebnissen

Die Norm DIN EN ISO 50001:2018 bietet einen systematischen Rahmen zur Verbesserung der energiebezogenen Leistung. Mit der erfolgreichen Umsetzung verpflichtet sich der Klinikverbund zu einer nachhaltigen Reduktion des Energieverbrauchs, der kontinuierlichen Steigerung der Energieeffizienz, der Senkung von Betriebskosten und einem aktiven Beitrag zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Andreas Schlüter, Erster Hauptgeschäftsführer (CEO) der Knappschaft Kliniken: „Mit der erfolgreichen Zertifizierung nach DIN EN ISO 50001:2018 unterstreichen wir von den Knappschaft Kliniken unser Ziel, als Klinik-



verbund Verantwortung zu übernehmen – für Mensch, Umwelt und zukünftige Generatio-

nen. Die Auszeichnung ist ein starkes Zeichen dafür, dass hochwertige Gesundheitsversor-

gung und ein nachhaltiger Umgang mit Ressourcen Hand in Hand gehen.“

Die Audits wurden durch die unabhängige Zertifizierungsstelle IFTA AG durchgeführt. Das Zertifikat ist gültig bis zum 12. Juni 2028 und umfasst eine jährliche Überprüfung zur Sicherstellung der kontinuierlichen Verbesserung.

### Nachhaltigkeit im Klinikalltag verankern

Neben der technischen und organisatorischen Optimierung werden auch Mitarbeitende sensibilisiert und in den Prozess eingebunden – von einfachen Maßnahmen wie dem bewussten Umgang mit Beleuchtung, Lüftung und Heizung bis hin zu strukturellen Verbesserungen in Energie- und Gebäudetechnik. ■

| [www.knappschaft-kliniken.de](http://www.knappschaft-kliniken.de) |

## Ausweitung der Solarstromerzeugung

Das Uniklinikum Würzburg (UKW) hat seine Solarstromproduktion kürzlich um eine Anlage mit knapp 44 kWp (Kilowattpeak) erweitert. Damit wuchs die Photovoltaik-Gesamtleistung am UKW auf fast 383 Kilowattpeak. Mit den Anlagen auf verschiedenen Gebäuden des Uniklinikums

ließen sich etwa 110 Drei-Personen-Haushalte mit grünem Strom versorgen.

Das Universitätsklinikum hat die Erweiterung seiner Photovoltaik-Anlage auf dem Dach des Bettenhauses A4 des Zentrums für Innere Medizin (ZIM) abgeschlossen. Durch die zusätzlich installierten Module

stieg die elektrische Höchstleistung des dortigen Solarkraftwerks aus dem Jahr 2011 von knapp 20 auf etwa 64 kW an. Der erzeugte Strom dient vollständig dem Eigenverbrauch des Klinikums. Das Uniklinikum Würzburg nutzt zudem weitere seiner Liegenschaften zur grünen Stromgewinnung – und das zum Teil schon seit vielen Jahren. So tragen auch die Dächer des Zentrums für Psychische Gesundheit (ZEP), des Zentrums für Altersmedizin (ZAM) und der Bettenhäuser A1 des Zentrums für Operative Medizin (ZOM) und A5 des Zentrums für Innere Medizin (ZIM) Photovoltaikanlagen.

In Summe beträgt die installierte Solarstromleistung des UKW jetzt annähernd 383 kWp. Damit lässt sich so viel Strom erzeugen, wie ihn rund 110 Drei-Personen-Haushalte verbrauchen.

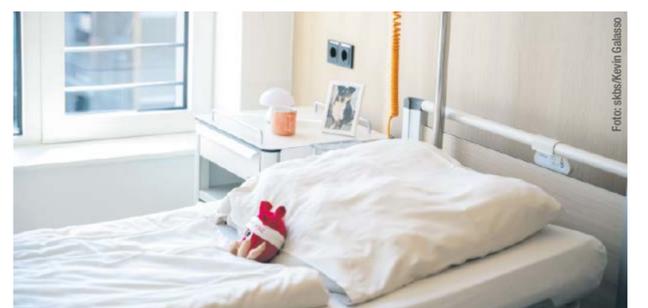
Diese Initiative des Uniklinikums zeigt, wie wichtig nachhaltige Energiequellen im Gesundheitssektor sind. Es leistet nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz, sondern reduziert auch die Abhängigkeit von konventionellen Energiequellen. ■

| [www.ukw.de](http://www.ukw.de) |

## Moderne Klimatechnik im neuen Gebäudeteil

Im Zuge des Neubaus des Gebäudeteils Ost des Klinikums Braunschweig wird auf eine besonders fortschrittliche und nachhaltige Klimatechnik gesetzt, die sowohl einen hohen Komfort für Patienten als auch eine effiziente Nutzung von Energie garantiert. Eine der bedeutendsten Neuerungen in diesem Gebäude ist die Umstellung auf ein zentral gesteuertes Klimasystem, das die herkömmlichen Heizkörper und die Fensterlüftung ersetzt.

Im Gegensatz zu klassischen Räumen, in denen Temperatur und Luftqualität manuell durch Heizkörper oder das Öffnen der Fenster reguliert werden, sorgt die moderne Klimatechnik für eine konstante, optimale Raumtemperatur und Luftqualität. Das System reagiert automatisch auf unterschiedliche Faktoren wie Außentemperaturen, Luftfeuchtigkeit und belegt den Raum mit Frischluft, wodurch eine angenehme und gesunde Atmosphäre gewährleistet wird. Das trägt nicht nur zur Verbesserung des Patientenerlebnisses bei, sondern ist auch ein wichtiger Schritt in Richtung Energieeffizienz und Nachhaltigkeit. Das zentrale Steuerungssystem ermöglicht es, den Ener-



Das Patientenzimmer im neuen Gebäudeteil Ost des Klinikums Braunschweig bietet eine helle, moderne Atmosphäre mit einem gemütlichen Touch.

gieverbrauch genau zu überwachen und auf den Bedarf hin anzupassen. „Die neue Klimatechnik im Gebäudeteil Ost ist ein wesentlicher Bestandteil unseres zukunftsweisenden Ansatzes zur Schaffung eines modernen, nachhaltigen Krankenhausbetriebs. Durch die zentrale Steuerung von Raumtemperatur und Luftqualität können wir nicht nur den Komfort optimieren, sondern auch einen wichtigen Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs leisten“,

erklärt Friedrich Prem, Geschäftsbereichsleiter Change-Management und Facility Management am Klinikum Braunschweig. Die fortschrittliche Lüftungstechnik ermöglicht eine kontinuierliche Frischluftzufuhr und sorgt dafür, dass die Luft in allen Bereichen des Gebäudes stets sauber und frei von Schadstoffen bleibt. Dies ist besonders in einem Krankenhausumfeld von entscheidender Bedeutung. ■

| [www.klinikum-braunschweig.de](http://www.klinikum-braunschweig.de) |



Blick über die kürzlich erweiterte Photovoltaik-Anlage auf dem Bettenhaus A4 des Zentrums für Innere Medizin des Uniklinikums Würzburg

ADVERTORIAL

# Design Nation Berlin 2025

Im Oktober richtet sich der Blick der internationalen Designwelt auf die deutsche Hauptstadt: Mit Design Nation Berlin feiert ein neues Premium-B2B-Event seine Premiere – und setzt neue Maßstäbe dafür, wie Designprofis miteinander in Austausch treten, Ideen teilen und Innovationen erleben.

Kuratiert exklusiv für Fachleute aus den Bereichen Workspace, Hospitality und Healthcare Contract Design, verbindet Design Nation Berlin hochwertige Markenpräsentationen mit einem innovativen Ansatz in der Event-Szenografie.

## Eine Bühne für die Zukunft des Designs

### ■ High-End-Marken & kuratierte Innovationen

Design Nation Berlin vereint führende internationale Marken, die ihre neuesten Innovationen in Produkt- und Materialdesign präsentieren. Jede Präsentation wird sorgfältig ausgewählt, um Qualität, Funktionalität und kreative Weitsicht in den Vordergrund zu stellen.

### ■ Einzigartige Szenografie

Die Event-Szenografie schafft ein neutrales, zugleich beeindruckendes Setting – eine bewusst gestaltete Bühne, die jedes Objekt, Material und Konzept strahlen lässt. So



Foto: Bundesbild-69



## Veranstaltet von einem internationalen Organisator

Design Nation Berlin wird initiiert und ausgerichtet vom Team hinter Architect@Work – einem international erfolgreichen Eventkonzept, das seit Jahren ein starkes

stehen die Designinnovationen uneingeschränkt im Mittelpunkt.

### ■ Teilnahme nur auf Einladung

Der Zugang ist auf ein streng kuratiertes Fachpublikum aus der Contract- und Projektwelt beschränkt. Nur per Einladung erhalten ausgewählte Interior Designer,

Projektentwickler und Entscheidungsträger aus den Bereichen Workspace, Hospitality und Healthcare Zutritt. Das garantiert hochwertige Kontakte und relevante Gespräche.

### ■ Kosteneffizientes All-in-Konzept

Aussteller profitieren von einem klar strukturierten, effizienten All-in-Paket,

das sowohl eindrucksvolle Präsentationsmöglichkeiten als auch eine logistische Vereinfachung bietet. Auf diese Weise können sich Marken ganz auf das Wesentliche konzentrieren: ihre Designs und den intensiven fachlichen Austausch.

globales Netzwerk innerhalb der Architektur- und Design-Community aufgebaut hat. Mit dieser Erfahrung und tiefen Branchenverbindungen versprechen die Organisatoren ein Event von höchster Qualität und nachhaltiger Wirkung.

Bereits zweimal wurde Design Nation in Kortrijk (Belgien, Kortrijk Xpo) veranstaltet und erhielt dort begeistertes Feedback von Designprofis – insbesondere für die einzigartige kreative Atmosphäre, die viele an die legendäre Biennale Interieur erinnert. Ein größeres Kompliment hätte es kaum geben können.

## Pflichttermin für Design-Professionals

Als Premium-B2B-Event wird Design Nation Berlin künftig zu den jährlichen Fixpunkten für alle zählen, die im Contract Design nach Inspiration, Kooperation und zukunftsweisenden Impulsen suchen. ■

<b>Termin</b>
<b>Design Nation Berlin 2025</b>
22.–23. Oktober, Berlin
<a href="http://www.design-nation.eu">www.design-nation.eu</a>

ADVERTORIAL

# Ein Meilenstein moderner Versorgung

Ein Ort voller Geborgenheit für individuelle Förderung – der stationäre Neubau des kbo-Kinderzentrums München setzt auf Nora Kautschukböden.

Es ist Deutschlands größtes Fachzentrum für Sozialpädiatrie und Entwicklungsrehabilitation und eine Einrichtung der Kliniken des Bezirks Oberbayern (kbo): Das kbo-Kinderzentrum München – hier erhalten Familien Unterstützung bei der Diagnostik und Therapie von Entwicklungsverzögerungen und Entwicklungsstörungen, Verhaltensauffälligkeiten und chronischen Erkrankungen bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 0 bis 18 Jahren. Mit über 300 qualifizierten Fachkräften aus Medizin, Psychologie, Therapie sowie Sozialpädagogik und dem Pflege- und Erziehungsdienst bietet das Zentrum eine interdisziplinäre Versorgung mit dem Ziel, die aktive und selbstbestimmte Teilhabe der jungen Patienten am gesellschaftlichen Leben zu fördern. Das umfassende Leistungsangebot beinhaltet sowohl ambulante



Kindgerechte Gestaltung im kbo-Kinderzentrum – Nora Bodenbeläge schaffen eine freundliche Atmosphäre und dienen der Orientierung.



Foto: Sebastian Schmitz

als auch stationäre Behandlungen. Die neuen Räumlichkeiten zeichnen sich durch eine moderne, freundliche Gestaltung aus. Ein besonderes Merkmal sind dabei die Nora Kautschukböden, die aufgrund ihrer Farbvielfalt und funktionalen Eigenschaften wie hohe Rutschsicherheit verbunden mit Langlebigkeit gezielt für die neuen Räume ausgewählt wurden.

## Sicherer Halt für kleine Füße und gute Berollbarkeit

„Uns war es wichtig, einen Boden zu haben, auf dem sich Kinder sicher und wohl fühlen“, erklärt Ute Schmitz, Pflegedirektorin am Kinderzentrum. „Denn unsere kleinen Patienten sind viel unterwegs – sie sind in aller Regel nicht bettlägerig.“ Die Wahl fiel

daher bewusst auf Kautschuk als Bodenmaterial. Dieses bietet nicht nur eine dauerhaft elastische Oberfläche, die das Gehen angenehm macht und für ein gutes Gefühl unter den Füßen sorgt, sondern auch mehr Sicherheit. Der Belag lässt sich zudem hervorragend mit Rollstühlen, anderen mobilen Hilfen und Essenswagen befahren. Denn er ist außerordentlich rutschsicher. Sollte

es dennoch einmal zu einem Sturz kommen, wird dieser auf dem dauerelastischen Kautschukbelag deutlich besser abgefedert als auf harten Materialien wie Stein oder Holz. Das ist ein klarer Vorteil für die aktive Umgebung des Kinderzentrums.

## Spielerische Orientierung durch Farbgestaltung

Ein zentrales Element des Leitsystems war die durchdachte Farbgestaltung von Mobiliar und Bodenbelag, die Orientierung intuitiv erlebbar macht. „Uns war eine kindgerechte Gestaltung besonders wichtig“, betont Schmitz. Dabei kamen unterschiedliche Farben der Nora Bodenbeläge zum Einsatz, die nicht nur eine freundliche Atmosphäre schaffen, sondern zugleich der Orientierung dienen: Jede Farbe steht für eine eigene Station innerhalb der Klinikräume. Um die Übergänge zwischen den Bereichen sanft und spielerisch zu gestalten, wurden geschwungene Intarsen in den Boden eingelassen. So entstand ein harmonischer Gesamteindruck, der Kinder aber auch die Besucher intuitiv durch die Einrichtung leitet.

## Langlebigkeit als Entscheidungskriterium

Ein ebenso entscheidender Faktor war die positive Langzeiterfahrung mit den bereits eingesetzten Kautschukbelägen. Schon im Altbau war über 40 Jahre Kautschuk verbaut – mit durchweg positiven Erfahrungen. „Die Böden haben sich dort über Jahrzehnte hinweg bewährt – daraus folgte, dass auch im Neubau erneut dieses Material zum Einsatz kommt“, so Schmitz. „Selbst bei intensiver Nutzung, etwa durch Rollatoren, Rollstühle oder spezielle Gehhilfen, behalten die Böden über viele Jahre hinweg ihr ansprechendes Erscheinungsbild“, so die Pflegedirektorin abschließend.

Die Entscheidung für Nora Kautschukbeläge ist damit nicht nur eine Frage der positiven Erfahrungen aus der Vergangenheit, sondern vor allem eine bewusste Wahl für ein langlebiges, pflegeleichtes und funktionales Material – ideal für die hohen Anforderungen im Gesundheitswesen. ■

[www.nora.com](http://www.nora.com)

# Das Klaraquartier kommt: Mehr Wohnraum für Klinikbeschäftigte

Das neue Wohnquartier des Universitätsklinikums Freiburg wird mehr als 740 Wohnungen für Mitarbeiter haben.

Vorausgegangen war ein europaweites Auswahlverfahren, in dem das Freiburger Architekturbüro Sacker den Zuschlag als Generalplaner erhielt. Damit entsteht das „Klaraquartier“ – ein modernes Zuhause für mehr als 740 Beschäftigte. Besonders Auszubildende und neue Mitarbeiter sollen dort bezahlbaren Wohnraum in Kliniknähe finden. Das Projekt ist ein zentraler Baustein der Strategie des Klinikums zur Fachkräftegewinnung und -bindung. Baubeginn ist für Herbst 2026 geplant, die Fertigstellung bis 2030.

Prof. Dr. Frederik Wenz, Leitender Ärztlicher Direktor des Uniklinikums Freiburg: „Wir schaffen mit dem Klaraquartier ein zielgerichtetes, funktionales Angebot für Auszubildende und Fachkräfte: bezahlbar, in direkter Kliniknähe und mit hoher Aufenthaltsqualität. Die Hälfte der Einheiten ist für Auszubildende reserviert – ein klares Bekenntnis zur Nachwuchsförderung.“

Für das Bauprojekt ist das Universitätsklinikum Freiburg Bauherr. Die Gesamtprojektkosten in Höhe von rund 125 Mio. € werden über Kreditaufnahmen finanziert. Das Grundstück wird dem Uniklinikum

Freiburg vom Land Baden-Württemberg für eine symbolische Erbpacht von 52 € im Jahr überlassen.

„Wohnungen für Mitarbeiter sind ein entscheidender Faktor, um Fachkräfte nach Freiburg zu holen, insbesondere für unsere Freiburger Uniklinik“, betont Oberbürgermeister Martin Horn. „Mein großer Dank gilt der guten Zusammenarbeit zwischen der Uniklinik und unserem Stadtplanungsamt. Solche Kooperationen werden in Zukunft noch wichtiger, um Wohnen in Freiburg weiter attraktiver und bezahlbar zu machen.“

## Nachhaltigkeit trifft Baukultur

Das Klaraquartier entsteht auf einem rund 14.700 qm großen Grundstück. Die Planung sieht fünf L-förmige Baukörper vor, die eine klare Raumstruktur bilden und gleichzeitig Offenheit zu einem anderen angrenzenden Quartier schaffen. Durch die zurückgesetzten Gebäude entsteht ein öffentlicher Platz mit gastronomischen Angeboten und Nahversorgung – als sozialer Treffpunkt für das Quartier. Zwei Kindertagesstätten ergänzen das Angebot.

Es entstehen über 740 Wohneinheiten – der Großteil als Microapartments, aber auch Ein- und Dreizimmerwohnungen sind vorgesehen. Ergänzt werden die Wohnungen durch Gemeinschaftsräume, Dachter-



▲ Das Modell des neuen Klaraquartiers in den Händen (v.l.n.r.): Oberbürgermeister Martin Horn, Architekt Christoph Höfler und der Leitende Ärztliche Direktor des Universitätsklinikums Freiburg Prof. Dr. Frederik Wenz.

Visualisierung. Gemeinsam leben: Das Klaraquartier des Universitätsklinikums Freiburg wird zahlreiche Grün- und Gemeinschaftsflächen enthalten. ▶



Foto: Jundehreng Englert

rassen Im Inneren des Quartiers entsteht eine grüne Mitte mit Spielflächen, Erholungs- und Rückzugsflächen und offenen Begegnungszonen.

## Bedarf zehnmal höher als Angebot

Die Gebäude werden energieeffizient in Holz-Hybrid-Bauweise errichtet und den

Passivhausstandard erreichen. Eine Photovoltaikanlage auf den Dächern und die Anbindung an das Fernwärmenetz des Universitätsklinikums Freiburg sorgen für eine nachhaltige Energieversorgung. Durch serielles Bauen mit hohem Vorfertigungsgrad entsteht das Quartier kosteneffizient und zeitsparend. 740 Fahrradabstellplätze und lediglich 75 Pkw-Stellplätze unterstre-

chen den Anspruch an klima- und stadtgerechtes Bauen.

Insbesondere den Mitarbeitern, die aufgrund der räumlichen Distanz nur sehr schwierig vor Vertragsbeginn nach Freiburg kommen können, soll mit den Personalwohnungen die Zeit des Ankommens erleichtert werden. Daher ist die Entfernung zwischen dem bisherigen Wohnort

und dem Einsatzort das entscheidende Vergabekriterium. Die Mietdauer beträgt maximal drei Jahre, Voraussetzung ist ein Ausbildungs-/Arbeitsvertrag. Derzeit übersteigt die Nachfrage das Angebot um das Zehnfache. ■

[www.uniklinik-freiburg.de](http://www.uniklinik-freiburg.de)



## Wissenschaft für Präzisionsmedizin

Unter dem Motto „Science for precision medicine“ findet in diesem Jahr der Deutsche Kongress der Laboratoriumsmedizin am 23. und 24. Oktober im Congress Centrum Leipzig (CCL) statt.

Leipzig, eine Stadt mit über 1.000-jähriger Geschichte, ist ein bedeutender Wissenschaftsstandort mit einer der ältesten Universitäten Deutschlands und zahlreichen renommierten Forschungseinrichtungen. Diese Einrichtungen ziehen Fachkräfte und Studierende aus aller Welt an, die sich in der kulturellen Vielfalt unserer Stadt, der Universitätsmedizin Leipzig und auch unseres Instituts widerspiegeln. Die Förderung des Wissenstransfers, mit dem aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse in die Anwendung gebracht werden, ist ein Schwerpunkt in Leipzig, der die Innovationskraft und das Wachstumspotential dieser Region stärkt.

Wissenschaft bildet die Grundlage für präzise Diagnostik, moderne Therapien und deren Translation in die Klinik, denn ohne innovative Diagnostik ist Präzisionsmedizin nicht möglich. Die Herausforderungen sind

vielfältig: von der Sicherstellung innovativer translationaler Forschung bis hin zur Integration von Multi-Omics-Technologien in die medizinische Diagnostik. Wissenschaft für Präzisionsmedizin ist das zentrale Forschungsthema in unserem Institut und soll deshalb auch das Thema für den diesjährigen Deutschen Laborkongress der Laboratoriumsmedizin in Leipzig sein. Wir erwarten ca. 1.000 Wissenschaftler, Ärzte und medizinische Technologen aus Forschung und Patientenversorgung im CCL. Mit sieben Industrie-Symposien erwarten wir auch einen intensiven fachlichen Austausch mit der Diagnostik-Industrie.

Im wissenschaftlichen Programm werden aktuellen Themen der molekularen Diagnostik, Herausforderungen der Qualitätssicherung von Multi-Omics Verfahren, künstlicher Intelligenz in der diagnostischen Anwendung sowie Wissenschaftskommunikation mit klinischen Themen aus der Endokrinologie, Onkologie und Immunologie präsentiert. Wie in den vergangenen Jahren wurden Kompetenzfelder und Sektionen der DGKL aktiv an



Prof. Dr. Berend Isermann

der Programmgestaltung beteiligt. Neben dem wissenschaftlichen Programm bietet das Format des DGKL-Kollegs wieder ein strukturiertes Weiterbildungsprogramm in diesem Jahr zu Kardiologie, Immuno-



Prof. Dr. Uta Ceglarek

logie, Stoffwechsel und Autoimmunerkrankungen. Die Vorstellung aktueller klinischer Themen durch ausgewiesene klinisch tätige Kolleginnen und Kollegen in Kombination mit Fallpräsentationen ist

ein „Motor“ für die Interaktion zwischen Wissenschaftlern und Ärzten aus der Labormedizin und der Klinik. Ergänzt wird das Weiterbildungsprogramm durch Kurse und Workshops z.B. zur digitalen Analytik, klinischen Massenspektrometrie und Mikroskopie bei hämato-onkologischen Fragestellungen. Auch berufspolitische Zukunftsthemen für die Erhöhung der Attraktivität des Faches für den wissenschaftlichen und ärztlichen Nachwuchs sowie der MTLs sollen in Leipzig diskutiert werden. Besonders freut es uns, dass wir in diesem Zusammenhang auf dem Kongress den neuen postgradualen Masterstudiengang „Medizinisches Labor“ vorstellen können, der an der Universität Leipzig erstmals im Wintersemester 2026/2027 durchgeführt werden wird. Dieser Studiengang wird die Translation im Sinne von „Science for precision medicine“ langfristig fördern.

Um die Interaktion mit dem wissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern, wurde für den DKLM-Kongress in diesem Jahr erstmals ein neues e-Poster Konzept ent-

wickelt. Die 120 angemeldeten Poster und Abstracts stehen den registrierten Teilnehmenden vor und über die gesamte Kongresszeit digital zu Verfügung und können somit bereits vor dem Kongress eingesehen und bewertet werden. Eine direkte Interaktion mit den präsentierenden Posterautoren ist über die Tagungshomepage möglich. Die DGKL wird die besten Poster auf ihrem feierlichen Eröffnungsabend am Mittwoch den 22. Oktober, in dem Salle de Pollogne in Leipzig, zusammen mit dem Ivar-Trautschold Nachwuchspreis und dem Gabor Szasz Preis für herausragende Arbeiten in Klinischer Chemie und Pathobiochemie auszeichnen.

Wir freuen uns darauf, Sie in Leipzig zu einem fachlichen Austausch willkommen zu heißen, um gemeinsam die Zukunft der Laboratoriumsmedizin von der Forschung in die Patientenversorgung zu gestalten. ■

ADVERTORIAL

## Diagnostik von invasiven Pilzinfektionen

Invasive Pilzinfektionen haben stark an Bedeutung gewonnen. Eine schnelle Durchführung des  $\beta$ -D-Glucan-Tests im Labor vor Ort schafft Klarheit über eine Infektion.

Die opportunistischen Erreger sind zumeist Aspergillus-, Candida-Spezies oder Pneumocystis jirovecii, seltener Pilze wie Mucorales, Fusarien o.a. Betroffen sind immungeschwächte Patienten unter intensivmedizinischer Behandlung, insbesondere hämatologische und onkologische Patienten, die in Krankenhäusern der Maximalversorgung betreut werden. Aufgrund der mangelnden Wirksamkeit primärer Therapien kommt es häufig zu lebensbedrohlichen Situationen im Zusammenhang mit den Infektionen. Die Früherkennung dieser Mykosen ist von größter Bedeutung für die Verbesserung der Therapie. Traditionellen diagnostischen Methoden wie Pilzkulturen, pathologisch-histologischen Befunden, aber auch moderneren serologischen oder mole-

kularen Verfahren mangelt es oft an hinreichender Sensitivität als Hilfestellung für frühe und sichere Diagnosen. Geeignete Verfahren sollten schnell und kombiniert eingesetzt werden.

### (1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-Glucan in der Diagnostik

In den meisten pathogenen Pilzen ist (1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-Glucan (BDG) ein integraler Bestandteil der Zellwand. Während einer Infektion werden kleine Mengen in die Blutbahn abgegeben. Das aus dem Extrakt von Blutzellen von Pfeilschwanzkrebs (Limulus polyphemus) gewonnene Limulus-Reagenz (Limulus Amöbozyten Lysat, kurz LAL) ist als in-vitro-diagnostisches Reagenz für die Messung des BDG geeignet. Internationale medizinische Leitlinien empfehlen die Nutzung des Markers im Rahmen der Diagnostik einiger invasiver Pilzinfektionen bei Risikopatienten in verschiedenen klinischen Szenarien. Je nach Art des Pathogens und Hintergrunderkrankung ist die Kombination des Markers BDG mit anderen Tests sinnvoll. Verschiedene Forscher in

Europa haben ihre Studienergebnisse zum Fujifilm Wako  $\beta$ -D-Glucan Test bereits veröffentlicht. Allein sowie in Kombination mit anderen Tests zeigte dieser eine sehr gute diagnostische Leistung und kann in der klinischen Routinepraxis eingesetzt werden.

### Testablauf im Limusave MT-7500 Gerät

Der Fujifilm Wako  $\beta$ -D-Glucan-Test beruht auf einem Einzeltest-Verfahren mit gebrauchsfertigen Reagenzien. Der Anwender kann flexibel und ohne große Vorbereitung variable Probenzahlen abarbeiten. Als Probenotypen dienen Serum oder Plasma. Im ersten Schritt erfolgt eine Vorbehandlung zur Neutralisierung des Endotoxins, das ebenfalls mit LAL reagieren würde. Nach Zugabe der vorbehandelten Probe in das LAL-Reagenz, aktiviert BDG in der Probe den Faktor G, welcher eine Reaktionskaskade initiiert. Die resultierende Transmissionsänderung wird detektiert, und die Zeit bis zum Erreichen eines Schwellenwertes der Trübung führt zur Ermittlung der BDG-Konzentration. Der

gesamte Testablauf (inklusive Probenvorbereitung) dauert maximal zwei Stunden.

Das Limusave MT-7500 Gerät samt Zubehör benötigt nur geringen Platz im Labor. Es ist intuitiv bedienbar und verfügt über 10 Messplätze für Einzeltests, welche unabhängig voneinander im „Random Access“-Modus funktionieren. Die Kalibration der Tests erfolgt mittels Barcodescan, biochemische Messungen sind nicht nötig. Ergebnisse werden ausgedruckt, sind aber auch ans LIMS übertragbar.

Dr. Robert Küper am Limusave MT-7500 Arbeitsplatz



### Messungen im Labor vor Ort

Die Anforderungen von BDG-Tests pro Krankenhaus waren in der Vergangenheit eher gering, der Bedarf an schnellen Testergebnissen jedoch stets hoch. Durch das Einzeltest-Verfahren auf dem kompakten Limusave MT-7500 Gerät sind zeitnahe Bestimmungen nun auch in kleineren Krankenhäusern oder an Standorten mit variablen Anforderungszahlen möglich. ■

Dr. Robert Küper  
FUJIFILM Wako  
Chemicals Europe GmbH, Neuss  
Tel.: 02131/311-163  
robert.kueper@fujifilm.com  
www.wako-chemicals.de



## Besorgniserregende Virusvarianten Monate im Voraus erkennen

Das Online-Tool CoVerage kann besorgniserregende SARS-CoV-2-Varianten (VOCs) bis zu drei Monate vor ihrer offiziellen Ausweisung durch die WHO erkennen und charakterisieren.

Stephanie Aue, Deutsches Zentrum für Infektionsforschung, Braunschweig

Seit Beginn der SARS-CoV-2-Pandemie haben sich mehrere Varianten des Virus entwickelt, die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als besorgniserregende Varianten (Variants of Concern, VOC) eingestuft wurden. Dabei handelt es sich um Virusvarianten, die aufgrund ihrer veränderten phänotypischen Merkmale große Infektionswellen verursachen können und bei denen die Gefahr besteht, dass sie den Schweregrad der Erkrankung verändern, die Wirksamkeit von Impfstoffen verringern oder anderweitig zu einer erhöhten Belastung der Gesundheitssysteme führen. Die CoVerage-Webplattform für die genomische Überwachung des SARS-CoV-2-Virus ermöglicht eine schnelle, computergestützte Identifizierung und Charakterisierung potenzieller Varianten von Interesse (pVOIs) mit einer Vorlaufzeit von fast drei Monaten, bevor sie von

der WHO als VOC oder als verwandte Varianten kategorien eingestuft werden. Zudem sagt die Plattform ihre Fähigkeit voraus, die durch frühere Impfungen oder Infektionen erworbene Immunität zu umgehen. Forschende unter der Leitung von Alice McHardy haben dies in einer umfassenden Analyse, die in Nature Communications veröffentlicht wurde, erfolgreich nachgewiesen. Die frühzeitige Erkennung von VOCs ist besonders wichtig für die Impfstoffentwicklung, um den Impfschutz gegen neue Virusvarianten zu gewährleisten.

### Neue Analyseverfahren

„Wir haben eine neue Analyseverfahren für CoVerage entwickelt, die dazu beitragen soll, antigene Veränderungen in Virusvarianten besser sichtbar zu machen“, erklärt Alice McHardy. Konkret wird eine Matrix verwendet, die auf Beobachtungen aus der langfristigen Entwicklung bestimmter Influenzaviren (Influenza A H3N2) beruht. Diese Matrix hilft, wichtige Veränderungen im genetischen Material des Virus mit seinen Eigenschaften zu verknüpfen. Die Forschenden untersuchen insbesondere Veränderun-

gen in einem bestimmten Protein des Virus, dem Spike-Protein. Dieses spielt eine wichtige Rolle, weil es dem Virus ermöglicht, sich an menschliche Zellen anzuheften, und weil es ein Hauptziel für Impfstoffe und Therapien ist.

Das CoVerage-System bezieht die relevanten Daten aus der GISAID-Virusgenomdatenbank, einer Initiative zur gemeinsamen Nutzung von Daten, die den schnellen Austausch von Daten über vorrangige Krankheitserreger wie Influenza, hCoV-19, RSV, hMPxV, SARS-CoV-19 und Arboviren wie Chikungunya,

Dengue und Zika fördert. Im März 2024 verfügte GISAD über mehr als 16,5 Millionen SARS-CoV-2-Sequenzen. CoVerage analysiert die SARS-CoV-2-Genomdaten nach Herkunftsland auf Stammdynamik und antigene Veränderungen. Mit Hilfe einer statistischen Methode wird ermittelt, welche Virusstämme die Fähigkeit, dem Immunsystem zu entkommen, signifikant verändert haben. Dazu werden die Aminosäureveränderungen im Spike-Protein von Virusstämmen aus einem bestimmten Monat miteinander verglichen. Stämme, die deutlich herausstechen – das heißt deutlich größere Veränderungen als der Durchschnitt aufweisen – werden als signifikant verändert ausgewählt. Auffällige Virusstämme, für die eine schnellere Ausbreitung oder eine deutlich veränderte Immunität vorhergesagt wird, werden dann auf der CoVerage-Plattform in speziellen Grafiken („Heatmaps“) dargestellt, sodass die Nutzer auf einen Blick sehen können, wann und wo größere Veränderungen im Virus auftreten.

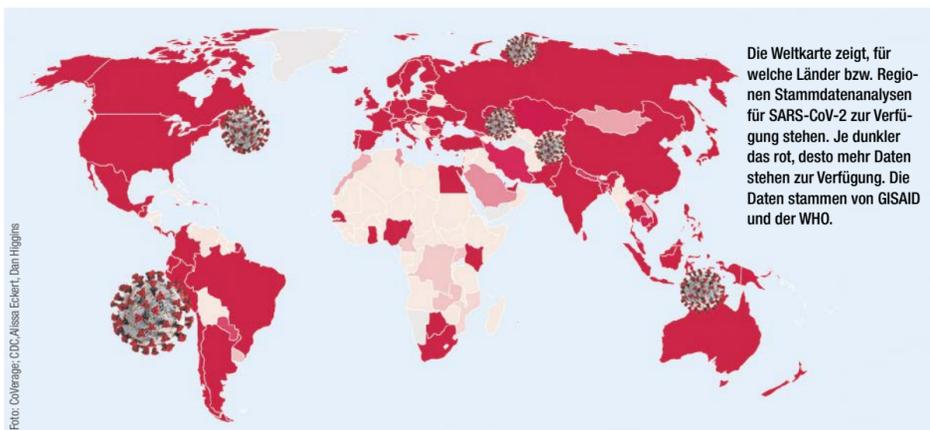
### Zuverlässigkeit der Methode

Um die Zuverlässigkeit der neuen Analyseverfahren zu testen, untersuchten die Forschenden Genomsequenzdaten von Virusstämmen, die bereits als VOC bekannt sind, darunter die Omicron-Variante von

SARS-CoV-2. Die Arbeitsgruppe stellte fest, dass die neue Methode es ermöglichte, Viruslinien bis zu drei Monate vor der WHO-Einstufung rückwirkend als VOC zu identifizieren. „Es war interessant zu sehen, dass die Virusvarianten, die auch von der WHO offiziell als wichtig eingestuft wurden, in unseren Analysen deutlich höhere Werte aufwiesen als andere, weniger beachtete Varianten“, erklärt McHardy. Die Zahlen stiegen in einer klaren Reihenfolge: zuerst für Varianten, die nur überwacht werden (Variants under Monitoring, VUMs), dann für Variants of Interest (VOIs) und schließlich, am stärksten, für die als besonders besorgniserregend geltenden VOC-Varianten.

„Insgesamt unterstreichen diese Ergebnisse, wie gut unsere Methode darin ist, das Auftreten von gesundheitsrelevanten SARS-CoV-2-Varianten mit einem Wachstumsvorsprung effektiv vorherzusagen – lange bevor sie ihre maximale Häufigkeit erreichen oder von der WHO offiziell als besorgniserregend eingestuft werden“, fasst die Bioinformatikerin zusammen. „Dies könnte wertvolle Zeit verschaffen, um eingehende Analysen einzuleiten, die beispielsweise für Impfstoffanpassungen oder gezielte Maßnahmen zum Schutz gefährdeter Gruppen erforderlich sind.“ ■

www.dzif.de



Die Weltkarte zeigt, für welche Länder bzw. Regionen Stammdatenanalysen für SARS-CoV-2 zur Verfügung stehen. Je dunkler das rot, desto mehr Daten stehen zur Verfügung. Die Daten stammen von GISAID und der WHO.

## Autoantikörper – noch lange nicht „old-fashioned“

Ein neuer Marker zeigt, welche Rolle das körpereigene Immunsystem bei kardiovaskulären Ereignissen spielt – und ein Herzinfarkt trotz gesunder Lebensweise möglich ist.

Prof. Dr. Gabriela Riemekasten, Klinik für Rheumatologie und klinische Immunologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Lübeck und Prof. Dr. Kai Schulze-Forster, TH Wildau, CellTrend GmbH, Luckenwalde



Prof. Dr. Gabriela Riemekasten



Prof. Dr. Kai Schulze-Forster



Immer wieder gibt es überraschende neue, fast schon revolutionäre wissenschaftliche Ergebnisse auf dem Gebiet der Autoantikörper (AAK) als Biomarker. Eine in der Diagnostik verhältnismäßig junge Klasse von Autoantikörpern richten sich gegen die G-Protein-gekoppelten Rezeptoren (GPCR). Der Forschung wurden diese Antikörper erst zugänglich, nachdem einfache Nachweissysteme verfügbar waren (Enzymimmunoassay) und damit auch größere Patientenkohorten untersucht werden konnten.

### AAK gegen CXCR3: Marker kardiovaskulärer Ereignisse

Schon lange ist bekannt, dass man in atherosklerotischen Plaques eine Vielzahl von hoch-aktiven Immunzellen findet, die den Chemokinrezeptor CXCR3 tragen. Warum diese Immunzellen in die Gefäße einwandern und dort zur Entzündung und Atherosklerose führen, ist bisher nicht klar. Autoantikörper gegen CXCR3 könnten hierbei eine entscheidende Rolle spielen. Ein interdisziplinäres Konsortium aus Kardiologen um Prof. Philipp Wild von der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und Rheumatologen der Klinik für Rheumatologie und klinische Immunologie der Universität zu Lübeck untersuchte in Zusammenarbeit mit der Firma CellTrend (Luckenwalde) den diagnostischen Stellenwert von Anti-CXCR3-Autoantikörpern anhand der Gutenberg-Kohorte. Dieses

Populations-bezogene Register untersucht Personen aus Mainz und Umgebung regelmäßig unter anderem auf das Vorliegen und Neuaufreten von kardiovaskulären Ereignissen. Das Serum von 5.000 Teilnehmern dieser Kohorte wurde zu Beginn der Beobachtung auf CXCR3-Autoantikörper untersucht und die Probanden im Mittel bis zu 13 Jahre weiter beobachtet. Patienten mit Autoimmunerkrankungen, solche mit einer Krebserkrankung oder einer bei der Blutabnahme vorhandenen Infektionskrankheit wurden ausgeschlossen, so dass letztlich knapp 4.200 Patienten in die Analyse einbezogen wurden. Dabei zeigte sich, dass sich bei mehr als 97% aller Teilnehmer solche IgG-Autoantikörper nachweisen lassen. Diese Autoantikörper sind demzufolge physiologisch bei fast jedem Menschen vorhanden. Allerdings sind die Spiegel dieser Autoantikörper entscheidend: Teilnehmer mit hohen Anti-CXCR3-Autoantikörper (definiert als Werte im oberen Viertel) zeigten häufiger kardiovaskuläre Endorganschäden und dies unabhängig von den klassischen Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen wie Bluthochdruck, Rauchen oder einer Fettstoffwechselstörung. Auch das genetische Risiko für Herzinfarkte oder

Schlaganfälle war für die Konzentrationen der Autoantikörper nicht entscheidend. Studienteilnehmer mit hohen Anti-CXCR3-Autoantikörper-Spiegeln zeigten eine erhöhte linksventrikuläre Herzmasse und eine erhöhte Intima-Media-Dicke, ein Surrogat-Marker für die Atherosklerose. Probanden mit hohen Anti-CXCR3-Autoantikörpern wiesen häufiger kardiovaskuläre Erkrankungen auf und ein erhöhtes NT-proBNP als Marker einer Herzinsuffizienz. Neben diesen kardiovaskulären Erkrankungen waren hohe Anti-CXCR3-Autoantikörper mit einer erniedrigten glomerulären Filtrationsrate assoziiert. Unabhängig von diesen kardiovaskulären Erkrankungen zeigten sich hohe Anti-CXCR3-Autoantikörper auch bei Vorliegen einer chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung.

### Anti-CXCR3-AAK beschreiben individuelle Prognose

Studienteilnehmer mit hohen Anti-CXCR3-Autoantikörpern zeigten ein um 25% höheres Risiko zu versterben – unabhängig von der Ursache. Insbesondere das Risiko, an einem Herztod zu versterben, war 2,4-fach erhöht bei Vorliegen von hohen

Anti-CXCR3-Autoantikörpern. Das Risiko an kardiovaskulären Ereignissen zu versterben, war um 42% erhöht, das, an einer Herzinsuffizienz zu leiden, um 26%. Teilnehmer mit hohen Anti-CXCR3-Antikörpern zeigten Marker einer chronischen Aktivierung von T-Zellen. Dies könnte darauf hinweisen, dass diese Autoantikörper ein Marker der chronischen Entzündung sein könnten. Bisher sind chronische Aktivierungen des Immunsystems nur schwer messbar. Auf der anderen Seite gab es keine Zusammenhänge zwischen CRP-Werten und den Anti-CXCR3-Ak, so dass Anti-CXCR3-Ak bisher nicht erfasste Entzündungsreaktionen widerspiegeln könnten.

### Kausale Rolle dieser AAK bei der Atherosklerose?

Neben der Rolle als Biomarker könnten Anti-CXCR3-Autoantikörper auch eine kausale Rolle in der Entstehung der Atherosklerose spielen. Darauf wiesen tierexperimentelle Arbeiten, die zusammen mit den epidemiologischen Daten der Gutenberg-Kohorte erforscht wurden, hin. Wurden genetisch modifizierte Mäuse, die unter dem Einfluss einer hoch-kalorischen Nah-

rung eine Atherosklerose entwickeln, mit CXCR3 immunisiert, entwickeln die Mäuse hohe Anti-CXCR3-Autoantikörper. Dies ging einher mit einer verstärkten Atherosklerose im Bereich der Aorta und ihren Abgängen. In den atherosklerotischen Plaques dieser Gefäße fand sich eine deutlich verstärkte CXCR3-Expression und hier vor allem in instabilen Plaques, die zur Ruptur neigen. In einem zweiten experimentellen Setting wurden aufgereinigte Antikörper von Spendern und Patienten mit unterschiedlich hohen Anti-CXCR3-Autoantikörpern in die oben genannten Mäuse gespritzt. Dabei korrelierte das Ausmaß der Atherosklerose mit den Konzentrationen der Anti-CXCR3-Autoantikörper. CXCR3-Blockaden oder aufgereinigte CXCR3-Autoantikörper wurden allerdings nicht verwendet, so dass es bisher nur indirekte Hinweise gibt für eine Beteiligung der CXCR3-Autoantikörper an der Atherosklerose.

### Anti-CXCR3 AAK: Marker für ungünstige Prognose

Dass hohe Anti-CXCR3-Ak generell für eine ungünstige Prognose weisen, konnte auch bei anderen Erkrankungen gezeigt

werden. So waren CXCR3-Ak bei einer COVID-Infektion unter verschiedenen von der Firma CellTrend gemessenen Autoantikörpern gegen G Protein-gekoppelte Rezeptoren diejenigen Autoantikörper, die einen schlechten Verlauf am besten vorhersagen konnten. Mit der Bestimmung dieser Autoantikörper könnte das Geheimnis gelüftet werden, warum Patienten auf die Infektion mit dem SARS-Cov2-Virus so unterschiedlich reagieren. Auch bei systemischer Sklerose, einer seltenen Autoimmunerkrankung, zeigten diese Autoantikörper einen ungünstigen Verlauf an. Der Chemokinrezeptor CXCR3 findet sich auf kürzlich aktivierten T-Zellen, aber auch auf Monozyten und anderen Immunzellen. CXCR3 wird auch auf Endothelzellen, vor allem im Bereich der Aorta und der großen Abgangsgefäße bei Gesunden exprimiert. Hohe CXCR3-Autoantikörper könnten die Schwelle an den Gefäßen bestimmen, ab wann Immunzellen in die Gefäße einwandern. Da nicht alle Immunzellen CXCR3 exprimieren, hätten CXCR3 Autoantikörper das Potential zu bestimmen, welche Zellen in die Aorta und ihren Abgangsgefäße einwandern. Autoantikörper gegen CXCR3 und vermutlich noch weitere Autoantikörper gegen G Protein-gekoppelte Rezeptoren sind ein neues Konzept für die Entstehung und Regulierung der Atherosklerose, aber möglicherweise auch von anderen Entzündungsprozessen. Den Stellenwert der Autoantikörper gegen CXCR3 und andere G Protein-gekoppelte Rezeptoren zu erforschen, ist ein neuer interessanter und vielversprechender Forschungsansatz, der auch die Therapie revolutionieren könnte. ■

www.uksh.de  
www.th-wildau.de  
www.celltrend.de

Genetische Disposition für Erkrankungen sind identifizierbar und ziehen sich durch Generationen. Labore und Kliniken dürfen ihre Strukturen darauf anpassen.

Claudia Schneebauer, Saalouis

Prof. Dr. Christian Kratz veröffentlicht in diesem Jahr eine Übersichtsarbeit zur pädiatrischen Onkogenetik. Gemeinsam mit seinem Team fasst der Direktor der Klinik für Pädiatrische Hämatologie und Onkologie an der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) den aktuellen Stand der Forschung zur genetischen Prädisposition für Krebserkrankungen im Kindes- und Jugendalter zusammen. Aus diesen Erkenntnissen und Untersuchungen erwachsen Anforderungen an diagnostische Labore und angrenzende Fachbereiche.

### Krebsrisiken bei Kindern und Jugendlichen identifizieren

Die verfügbaren Studien belegen, dass etwa 10% der Kinder und Jugendlichen mit Krebs eine pathogene Keimbahnmutation in einem Krebsprädispositionsgen (CPG) tragen. Damit verbindet sich ein breites Spektrum an Krebsrisiken, von milde bis hin zu einer erheblichen Erhöhung des absoluten Krebsrisikos bis zum 18. Lebensjahr.

In der klinischen Realität werden überwiegend Personen mit auffälligem Phänotyp diagnostiziert. Wer milde oder gar keine Symptome aufweist, hat eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass er übersehen werden könnte. Das Krebsrisiko, das mit einer pathogenen Mutation in einem Krebsprädispositionsgen verbunden ist, kann also bei einer Person oder der gesamten Familie mit klinischem Verdacht auf ein CPG vorhergesagt werden. Hingegen gilt dies nicht zuverlässig bei Personen ohne klinische Merkmale, bei denen jedoch eine

pathogene Mutation in einem CPG entdeckt wurde.

Dank dem Fortschritt in der DNA-Analytik, vor allem durch Parallelanalyse ganzer Genpanels, hat sich die genetische Diagnostik zu einem agnostischen Panelansatz entwickelt. Viele Labore nutzen heute Whole-Exome- oder Whole-Genome-Sequenzierung für klinische Tests. Dies erhöht auch die Chancen auf sekundäre oder zufällige Befunde, die auf den ersten Blick nicht das klinische Bild der Gesteiten reflektieren.

Nun führen inzidentelle Befunde einerseits zu einer hilfreichen Therapie, andererseits besteht die Gefahr der daraus resultierenden unnötigen Überwachung. Das American College of Medical Genetics and Genomics (ACMG) hat Empfehlungen zur Berichterstattung solcher sekundärer Befunde veröffentlicht und aktualisiert regelmäßig eine Liste ‚medizinisch handlungsrelevanter Gene‘. Dabei werden Penetranz, Morbidität, Mortalität und die Wirksamkeit von Interventionen sorgfältig abgewogen.

### Labortechnische Realität

Diese Aspekte und Zahlen sind sowohl klinisch relevant wie auch diagnostisch herausfordernd. Labore müssen sich vermehrt auf eine differenzierte genetische Diagnostik einstellen, die über klassische Einzelgenanalysen hinausreicht.

Portfolio der Labore anpassen, beispielsweise:

- Panelbasierte Hochdurchsatz-Sequenzierungen (beispielsweise Exom- oder Genomsequenzierung);
- Erkennen von Mosaikvarianten, die nicht im Blut, sondern nur in betroffenen Geweben nachweisbar sind;
- Interpretation von Mutationen unklarer Signifikanz (VUS);
- Umgang mit Sekundärbefunden, die außerhalb der initialen Fragestellung liegen, aber medizinisch relevant sein können.



### Technologische und strukturelle Konsequenzen

Die Ergebnisse von Kratz und seinen Kollegen legen nahe, dass einige Labore ihre Infrastruktur erweitern müssen. Neben moderner Sequenzierertechnologie sind bioinformatische Analyseverfahren erforderlich, die auch strukturelle Varianten und Mosaik erkennen. Für die Diagnostik braucht es Zugänge zu nicht-hämatologischen Proben, wie z.B. Hautbiopsien oder Tumorgewebe. Formal wurden standardisierte Berichtsformate klinisch verwertbare Aussagen erleichtern und beschleunigen.

Darüber hinaus sind interdisziplinäre Tumorbords mit humangenetischer Expertise essenziell, um Befunde korrekt zu interpretieren und therapeutisch zu nutzen.

Um auch kleineren Strukturen, ob Kliniken oder Labore, den Zugriff zu ermöglichen, gilt es, überregionales und interdisziplinäres Vernetzen zu fördern.

### Interdisziplinär und patientenorientiert

Der genetische Aspekt und das Erfassen von CPGs zieht sich durchgängig auch durch angrenzende Disziplinen und Prozesse. Vertreter von Onkologie, Pädiatrie und Radiologie sind aufgefordert, genetische Befunde in ihre Entscheidungsfindung einzubeziehen. Dies betrifft auch eine wachsende Bedeutung von genetischer Beratung für betroffene Patienten und ihre Familien. So empfiehlt sich Kaskadentestung für Eltern und Geschwister, falls Träger von CPG identifiziert sind. Human-

genetische Beratung darf präventive Diagnostik, Maßnahmen und Versorgung zu einem umfassenden Konzept verbinden.

Angesichts der belastenden Situation für betroffene Patienten und deren Familien sind kommunikative Fähigkeiten und Empathie im fachlichen Vermitteln der Diagnostik nicht nur menschlich hilfreich. Sie entscheiden zudem über Akzeptanz und grundsätzliches Verständnis von Therapieentscheidungen bei Betroffenen. Ein Befund, der eine Familienstruktur involviert, führt z.B. eventuell zu emotionalen Reaktionen von Selbstvorwürfen bis hin zu Überreaktionen. Sachliche Aufklärung verbunden mit einer einfühlsamen Tonlage würden die Situation balancieren und die Zielgruppen fachlich wie emotional abholen.

Die Analyse von Kratz bereichert die Diskussion mit systematischer Breite.

www.mhh.de

# Zentrale Erfolgsfaktoren für die Laboratoriumsmedizin

Eine neue Sektion der DGKL setzt auf die Vermittlung von Wissen rund um die Themen Digitalisierung, Data Science und Künstliche Intelligenz – zur Mitarbeit wird eingeladen.

Dr. Jakob Adler, Sektion „Digitale Kompetenz und Künstliche Intelligenz“ der DGKL und Institut für Hämostaseologie und Pharmakologie und Institut für Medizinische Diagnostik, Berlin



Dr. Jakob Adler

Auf nahezu jeder (gesundheits-)politischen Veranstaltung werden die Herausforderungen der Digitalisierung herausgestellt. Wie die Sonderstudie zum D21-Digital-Index 2020/2021 der Initiative D21 zeigt, ist ein wesentlicher Teil dieser Herausforderungen der „Digital Skills Gap“, der dringend geschlossen werden muss. Dieser „Skills Gap“ besteht auch in den medizinischen Fächern, denn auch hier gehören digitale Skills nach wie vor nicht zu den Inhalten der Curricula. Bereits im April 2021 wurde deshalb die Arbeitsgruppe „Digitale Kompetenz“ innerhalb der Sektion Junges Labor der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin (DGKL) gegründet. Ziel der Arbeitsgruppe war es, eine grundlegende Kompetenz im Umgang mit digitalen Tools sowie ein Grundlagenwissen im Bereich der Data Science und der Programmierung zu erlangen. Neben diesen Schwerpunkten wurden auch anderen Themen wie z.B. Cyber-Security und die Grundlagen der Künstlichen Intelligenz betrachtet. Die Arbeitsgruppe erreichte auch international Aufmerksamkeit, sodass 2023 eine der deutschen AG nachempfundene internationale Gruppe unter IFCC-Schirmherrschaft (IFCC Task Force Young Scientists, TF-YS) gegründet wurde.

Im Mai 2025 wurde die deutsche Arbeitsgruppe in die eigenständige Sektion „Digitale Kompetenz und Künstliche Intelligenz (KI)“ überführt. Mit diesem Schritt unterstreicht die DGKL ihre Unterstützung für die Förderung von digitalen Skills ihrer Mitglieder und baut Wissen und Ressourcen auf, um den aktuellen Entwicklungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz Rechnung zu tragen. Der Gründer der damaligen Arbeitsgruppe wird auch die neue Sektion leiten. Unterstützt wird er dabei von Johannes Böhm, stellvertretender Sektionsprecher und Informatiker im Labor des Passauer Klinikums, der zuletzt stellvertretender AG-Leiter war, sowie Sandra Klawitter, Doktorandin an der Technischen Universität Braunschweig, welche die Schriftführung übernimmt. Ziel der Sektion ist es, neben dem Erhalt des fortbildenden Charakters der ehemaligen Arbeitsgruppe, den Fokus mehr auf spezifischere Themengebieten digitaler Algorithmen und Künstlicher Intelligenz zu setzen. Hierzu wurden vier neue Arbeitsgruppen gegründet (siehe Abb.):

1. AG Foundation Modelle und Large Language Modelle (LLMs);
2. AG Machine Learning und Deep Learning;
3. AG Clinical Decision Support (CDS);
4. AG Data und AI Literacy.

Nachfolgend soll die Zielsetzung und Arbeit der einzelnen Arbeitsgruppen kurz vorgestellt werden.

## AG Foundation Modelle und LLMs

Seit der Veröffentlichung von ChatGPT im November 2022 ebte der Hype um die großen Sprachmodelle (Large Language Models, LLMs) nicht mehr ab. Nachdem

ChatGPT mit der Modellversion GPT3.5 startete, und bisher keine Software innerhalb von so kurzer Zeit eine Nutzungszahl von mehreren Millionen Usern erreichte, sind wir mittlerweile bei GPT5 angekommen. Die Modelle haben sich in den verschiedensten Benchmarks immer wieder gegenseitig übertrifft und die großen Tech-Player liefern sich nach wie vor ein Rennen um das beste (multimodale) KI-Modell. Mittlerweile sind auch verschiedene, für den medizinischen Bereich optimierte Modelle veröffentlicht worden und auch die großen KI-Anbieter fokussieren sich zunehmend auf den Gesundheitssektor. Microsoft veröffentlichte einen Artikel mit dem Namen „The Path to Medical Superintelligence“, Google hat z.B. das Medgemma-Modell trainiert und beschäftigt sich mit der Evaluation von LLMs im medizinischen Bereich [Asiedu M. et al., 2024] und auch OpenAI publiziert mittlerweile Paper wie „AI-based Clinical Decision Support for Primary Care: A Real-World Study“ [Korom R. et al., 2025] und hat einen eigenen Benchmark für medizinische LLMs entwickelt [Arora R. K. et al., 2025]. Es wird also höchste Zeit sich in den Fachgesellschaften mit den LLMs sowie den multimodalen Modellen auseinanderzusetzen. Ziel der AG ist es, eine Kompetenz im Umgang mit diesen Tools aufzubauen, um Phänomene wie Halluzinationen, Sycophancy, Daydreaming, Jailbreaks und Prompt Injections u. a. zu verstehen und einordnen zu können. Parallel dazu sollen konkrete Projekte umgesetzt werden, wie z.B. der Aufbau einer RAG-Datenbank (eine Datenbank auf deren Inhalten die Antwortgenerierung eines Modells beruht) für den INVI-Chatbot der DGKL-Website.

## AG Machine Learning und Deep Learning

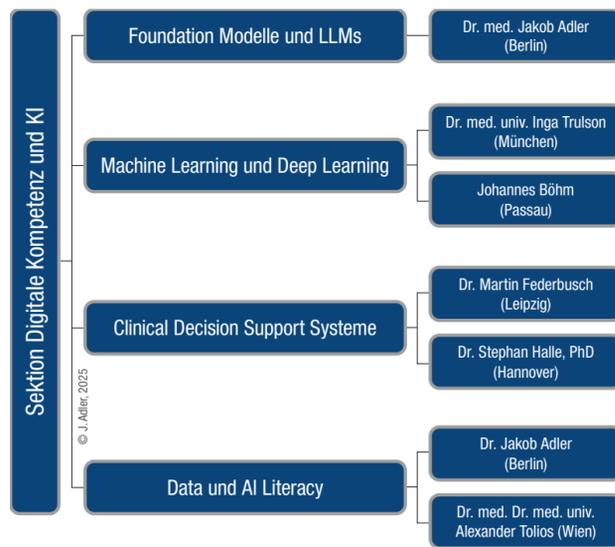
Bereits in der Vorgänger-Arbeitsgruppe der Sektion wurden verschiedene Algorithmen aus dem Bereich des Machine Learnings sowie die Grundlagen der Neuronalen Netze (Deep Learning) genauer betrachtet. Mit dieser Arbeitsgruppe sollen die Möglichkeiten dieser Algorithmen für die Labormedizin weiter untersucht werden. Dr. med. univ. Inga Trulson wird hierbei den Bereich des Machine Learnings leiten und untersuchen, wie man Labordaten systematisch mit ML-Algorithmen untersuchen kann, während Johannes Böhm anknüpfend an aktuelle Projekte den Bereich Deep Learning vertreten wird. Darüber hinaus zählt die AG bereits weitere im ML-Bereich anerkannte Wissenschaftler wie Prof. Dr. Georg Hoffmann oder Prof. Dr. Frank Klawonn, die bereits viele Jahre im Bereich Machine Learning in der Labormedizin arbeiten.

## AG Clinical Decision Support

Das Wissen um eine möglichst zielgerichtete und individuelle, präzise Labordiagnostik und daraus folgender Therapie und Therapieüberwachung stellt aktuelle Laborinformationssysteme (LIS) vor große Herausforderungen. Oft können die fachlich bekannten Regeln und Entscheidungsbäume nicht oder nur unvollständig in einem LIS implementiert und automatisiert werden. Um dieser Komplexität Herr zu werden, Daten aus Labor und Klinik zu vernetzen und dadurch klinisch relevante Entscheidungen zu unterstützen, können Clinical Decision Support Systeme (CDSS) einen erheblichen Mehrwert für die Versorgung der Patienten bieten. Martin Federbusch, Medizinischer Leiter des AMPEL-CDSS [AMPEL – Clinical Decision Support System, www.ampel-cdss.de] am Universitätsklinikum Leipzig sowie Dr. med. Stephan Halle, PhD (MHH, Hannover) werden diese AG leiten und die Möglichkeiten, Chancen und Grenzen der CDSS für die Labormedizin herausarbeiten.

## AG Data und AI Literacy

Um die in der Vorgänger-AG erarbeiteten Erkenntnisse weiter zu nutzen, wird die AG



Arbeitsgruppen der neuen Sektion „Digitale Kompetenz und KI“ sowie deren leitende Wissenschaftler

„Data und AI Literacy“ die gewonnenen Einblicke, Quellen und aufgebauten Ressourcen aufbereiten und für die gesamte Fachgesellschaft nutzbar machen. Darüber

hinaus sollen Empfehlungen erarbeitet werden, welche Inhalte als Grundlage für Kurse zur Data Literacy oder zur grundlegenden AI Literacy, wie sie beispielsweise

Artikel 4 des EU AI Act fordert, für den Bereich der Labormedizin als relevant eingeschätzt werden. Die Leitung der Arbeitsgruppe übernimmt der Autor gemeinsam mit dem früheren stellvertretenden AG-Sprecher Dr. med. Dr. med. univ. Alexander Tolios (Wien). Je nach Notwendigkeit und Nachfrage steht die AG aber weiter als fortbildende Einheit innerhalb der Sektion zur Verfügung.

## Einladung zur Mitarbeit

Mit den vier neu gegründeten Arbeitsgruppen werden die für die Labormedizin relevanten Themen im Bereich der Data Science und der Künstlichen Intelligenz umfangreich adressiert. Jeder der Interesse hat, ist herzlich eingeladen, sich an der Arbeit der Sektion und der Arbeitsgruppen zu beteiligen, sei es als Hörender und Lernender oder mit Fragen und Ideen zu konkreten Projekten. Kontaktadressen auf der Website der DGKL unter der Rubrik Kompetenzfelder. ■

| [www.dgkl.de](http://www.dgkl.de) |  
| [www.ihp-labor.de](http://www.ihp-labor.de) |  
| [www.imd-berlin.de](http://www.imd-berlin.de) |

## BIOFIRE® – MULTIPLEX-PCR

**Das richtige Antibiotikum von Anfang an**

... schnellere Diagnostik  
... effektivere Therapie  
... weniger unnötige Antibiotika

**ERFAHREN SIE MEHR!**

**BIOFIRE® BLOOD CULTURE IDENTIFICATION 2 PANEL**  
1 Test. 43 Targets. ~ 1 Stunde.

**BIOFIRE® PNEUMONIA PLUS PANEL**  
1 Test. 34 Targets. ~ 1 Stunde.

**BIOFIRE® MENINGITIS/ ENCEPHALITIS PANEL**  
1 Test. 14 Targets. ~ 1 Stunde.

**BIOFIRE® RESPIRATORY 2.1 PLUS PANEL**  
1 Test. 23 Targets. ~ 45 Minuten.

**BIOFIRE® JOINT INFECTION PANEL**  
1 Test. 39 Targets. ~ 1 Stunde.

**BIOFIRE® GASTROINTESTINAL PANEL**  
1 Test. 22 Targets. ~ 1 Stunde.

**BIOFIRE® TROPICAL FEVER PANEL**  
1 Test. 6 Targets. ~ 50 Minuten.

bioMérieux Deutschland GmbH • Weberstraße 8 • 72622 Nürtingen  
[www.biomerieux.com](http://www.biomerieux.com) • [info.de@biomerieux.com](mailto:info.de@biomerieux.com) • Tel.: 07022 3007-0

PIONEERING DIAGNOSTICS

## Phagenforschung: Gehacked!

Forscher des Helmholtz-Instituts für RNA-basierte Infektionsforschung (HIRI) und dem Institut für Molekulare Infektionsbiologie (IMIB) gelingt der Einblick in molekulare Welt zwischen Phagen und Bakterien. Im Kampf gegen antibiotikaresistente Krankheitserreger könnte ein therapeutischer Einsatz von Phagen äußerst nützlich sein. Doch sind die molekularen Interaktionen zwischen Phagen und Wirtsbakterien bislang nicht hinreichend verstanden. Der Arbeitsgruppe von Jörg Vogel am Helmholtz-Institut für RNA-basierte Infektionsforschung

(HIRI) und dem Institut für Molekulare Infektionsbiologie (IMIB) in Würzburg ist es nun mithilfe eines molekularen Werkzeugs (Antisense-Oligomeren, kurz: ASOs) gelungen, in die Vermehrung von Phagen gezielt einzugreifen. Die innovative RNA-Technologie eröffnet gänzlich neue Einblicke in die molekulare Welt der Phagen, die die Entwicklung einer künftigen therapeutischen Anwendung weiter vorantreiben, so die Forschenden. Die Studie ist im Fachmagazin Nature veröffentlicht. ■

| [www.helmholtz-hzi.de](http://www.helmholtz-hzi.de) |

# Alzheimer-Biomarker im Wandel der Ambulantisierung

Die Diagnostik neurodegenerativer Erkrankungen, insbesondere der Alzheimer-Krankheit und der Frontotemporalen Demenzen (FTD), befindet sich im Umbruch.

Priv.-Doz. Dr. Péter Körtvélyessy, MVZ Campus Benjamin Franklin, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Labor Berlin – Charité Vivantes



Priv.-Doz. Dr. Péter Körtvélyessy

Die Entwicklungen reichen von der stationären Biomarkerbestimmung im Liquor bis hin zur Bestimmung Blut-basierter Biomarker in der ambulanten Regelversorgung neurodegenerativer Erkrankungen.

Noch vor wenigen Jahren galt eine stationäre Abklärung – bestehend aus MRT, neuropsychologischer Testung und Lumbalpunktion – als Standard zur Diagnosesicherung. Heute ist zu beobachten, wie sich die Diagnostik zunehmend in den ambulanten Bereich verlagert. Diese Entwicklung wird getragen von der Etablierung innovativer, ultrasensitiver Labormethoden, die bestimmte Proteine im Blut in extrem niedrigen Konzentrationen (Pikogramm-Bereich pro Milliliter) zuverlässig nachweisen können. Die Möglichkeit, Alzheimer-relevante Biomarker nun per Blutentnahme zu analysieren, ist ein bedeutender Schritt in Richtung einer minimal-invasiven, patientenzentrierten Versorgung – und könnte langfristig die invasive Liquordiagnostik weitgehend ersetzen.

## Bisherige Versorgungsstruktur in Deutschland

Solange die Liquorpunktion als abrechenbare stationäre Maßnahme galt, war der typische Weg zur Demenzdiagnose an einen Krankenhausaufenthalt über mehrere Tage geknüpft. Neben bildgebenden Verfahren (v. a. MRT) und neuropsychologischer Testung war die Entnahme von Liquor über eine Lumbalpunktion zentraler

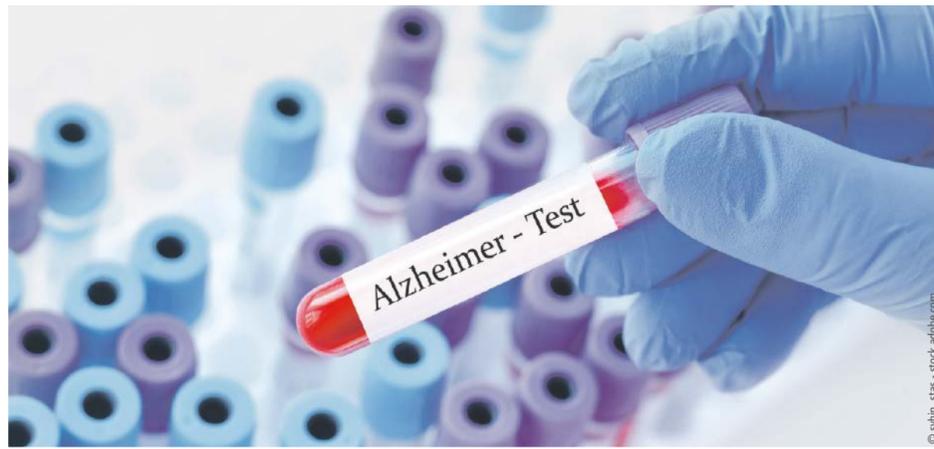
Bestandteil. Im Liquor wurden dabei u. a. folgende Biomarker analysiert:

- Bei Alzheimer-Verdacht: Amyloid-1-42, Amyloid-1-40, pTau181 und Total-Tau;
- Bei FTD-Verdacht: Neurofilament light chain (NFL).

Mit dem Wegfall der stationären Erstattungspflicht für eine Lumbalpunktion wandelte sich auch die Versorgungspraxis. Immer mehr spezialisierte Ambulanzen und neurologische Praxen übernehmen die Liquorpunktion nun ambulant. Obwohl der Eingriff technisch routiniert durchführbar ist, bleibt er dennoch invasiv. Patienten verbleiben in der Regel mehrere Stunden in der Praxis, mit vorgeschriebener Nachbeobachtung zur Erkennung postpunktioneller Komplikationen wie Kopfschmerzen oder Liquorunterdrucksyndrom. Infektionen, Nervenirritationen und Blutungen sind zwar selten, stellen aber potenzielle Risiken dar.

## Minimal-invasiv anstatt Liquorpunktion

Die Entwicklung Blut-basierter Biomarker bietet eine echte Alternative zur Liquor-



diagnostik. Der entscheidende Vorteil: Die Blutentnahme ist ein minimal-invasives Standardverfahren, das mit einem Bruchteil der Risiken, Infrastruktur und Zeit einer Lumbalpunktion einhergeht. Die Entnahme kann niedrigschwellig in jeder hausärztlichen oder neurologischen Praxis erfolgen, ohne Nachbeobachtungszeit, spezielle Lagerung oder medizinisch-technische Assistenz.

Der erste solcher Biomarker, Neurofilament light chain (NFL), wurde in Deutschland 2020 als Lab-Developed Test (LDT) im Blut etabliert. Während dieser Marker im Liquor bereits seit 2018 am Labor Berlin bestimmt wurde, ermöglichte die Einführung der SIMOA-Plattform (Quanterix) – einer ultrasensitiven Einzelmolekülanalyse – die zuverlässigen Nachweis im Blut. Der Test erwies sich insbesondere bei FTD-Verdacht als wegweisend.

Der nächste Meilenstein folgte mit dem Nachweis von pTau217 im Blut. Dieses Protein ist ein Frühmarker der Alzheimer-Erkrankung und spiegelt die beginnende Amyloid-Pathologie wider. Studien belegen, dass pTau217 bereits bis zu zehn Jahre vor dem Auftreten klinischer Symptome erhöht

sein kann. Damit eignet sich der Marker ideal für ein frühzeitiges Screening, insbesondere in der hausärztlichen Versorgung oder allgemein in wenig spezialisierten Einrichtungen, wo bislang keine aufwendigen Diagnostikpfade verfügbar waren.

## Patientensicherheit und Versorgungsqualität

Der Umstieg auf Blut-basierte Marker bringt erhebliche Verbesserungen in puncto Patientensicherheit mit sich. Während die Lumbalpunktion mit Komplikationsraten von bis zu 10% (v. a. postpunktionelle Kopfschmerzen) beschrieben wird, ist die Blutentnahme ein Routineverfahren mit minimalem Risiko. Infektionsgefahr, Blutergüsse oder neurologische Beschwerden wie Rückenschmerzen oder Taubheitsgefühle entfallen vollständig. Auch psychologisch bedeutet die Blutentnahme für viele Betroffene eine deutlich geringere Belastungsschwelle, was gerade bei älteren, multimorbiden oder ängstlichen Patienten entscheidend sein kann.

Neben der Sicherheit erhöht die Blutdiagnostik auch die Zugänglichkeit zur

Demenzdiagnostik. Hausärzte können im Rahmen der Primärversorgung erstmals präzise Biomarker einsetzen, ohne auf Spezialambulanzen angewiesen zu sein. Dies verkürzt die Diagnostikwege, fördert eine frühzeitige Erkennung und entlastet gleichzeitig das Versorgungssystem. Trotz allem bleibt die Liquordiagnostik hier unverzichtbar, um den pTau217 oder NFL Befund zu bestätigen. Es gilt immer noch, dass nur die Alzheimer-Biomarker im Liquor beweisend für eine Alzheimer-Erkrankung sind.

## Interpretation und ärztliche Verantwortung

Trotz aller Vorteile bleiben Herausforderungen bestehen: Die Interpretation von pTau217-Befunden erfordert Expertise. So kann ein erhöhter pTau217-Wert bei kognitiv gesunden Personen einen (noch) asymptomatischen Verlauf anzeigen, mit unklarer Aussagekraft für den Einzelfall. Gleichzeitig darf ein negativer Befund nicht zum Ausschluss anderer Ursachen für kognitive Beschwerden führen. Hier kommt der Laboratoriumsmedizin, aber

auch Neurologen und Psychiatern eine zentrale Rolle zu. Nur durch interdisziplinäre Zusammenarbeit und fundierte Aufklärung lässt sich der klinische Nutzen dieser Marker voll entfalten. Aus diesem Grund ist die Diagnose der Demenz weiter von einem spezialisierten Facharzt zu stellen. Der Patientenpfad ist also in der hausärztlichen Praxis nicht zu Ende sondern wird durch die bereits hier initiierte und vorweggenommene Blut-basierte Biomarkerbestimmung beschleunigt.

## Zukunft der minimal-invasiven Neurodiagnostik

Die Pipeline an Blut-basierten Biomarkern ist vielversprechend: Für Dezember 2025 wird die Marktzulassung von pTau181 im Plasma erwartet. Zudem zeigt das Glial Fibrillary Acidic Protein (GFAP) großes Potenzial – sowohl in der Diagnostik von Multipler Sklerose als auch von Alzheimer. Diese Entwicklungen läuten ein neues Zeitalter der neurologischen Diagnostik ein, das geprägt ist von Präzision, Sicherheit und Zugänglichkeit.

## Paradigmenwechsel in der Demenzdiagnostik

Die Verlagerung der Alzheimer-Diagnostik von der stationären Liquorpunktion hin zu einer minimal-invasiven Blutentnahme markiert einen echten Fortschritt in der patientenzentrierten Medizin. Die Kombination aus technologischer Innovation, höherer Patientensicherheit und ambulanter Einsetzbarkeit macht Blut-basierte Biomarker zu einem Schlüsselement der zukünftigen Demenzdiagnostik. Damit geht nicht nur ein medizinischer, sondern auch ein ethischer Auftrag einher: Diagnostik einfacher, sicherer und für mehr Menschen zugänglich zu machen. ■

! [https://neurologie.charite.de/leistungen/klinische\\_schwerpunkte/demenz/](https://neurologie.charite.de/leistungen/klinische_schwerpunkte/demenz/)  
! [www.laborberlin.com](http://www.laborberlin.com)

# Demenz-Diagnostik: Ein interdisziplinärer Prozess

Demenzkrankungen gehören zu den drängendsten gesundheitlichen Herausforderungen unserer Zeit. Weltweit sind etwa 55 Millionen Menschen betroffen, mit fast 10 Millionen Neuerkrankungen pro Jahr.

Prof. Dr. Robert Christian Wolf, Klinik für Allgemeine Psychiatrie, Universitätsklinikum Heidelberg



Prof. Dr. Robert Christian Wolf

In Deutschland leben ca. 1,8 Mio. Menschen mit einer Demenz, wobei die Alzheimerkrankheit (AK) die häufigste Ursache darstellt. Die Diagnostik von Demenzen ist komplex und erfordert eine fachärztliche Herangehensweise, die Anamnese, klinische Untersuchung, neurokognitive Tests, laborchemische Befunde und ggf. Ergebnisse nachgeschalteter apparativer Verfahren systematisch berücksichtigt. Diese umfassende Diagnostik, verbunden mit der Expertise des ärztlichen Untersuchers, ist essenziell, da es derzeit für keine Demenzform biologische Marker gibt, die für sich allein die Diagnose einer Demenz und der ihr zugrunde liegenden Ursache bereits vollständig absichern könnten.

Für eine zielführende Diagnostik und Therapieplanung ist es entscheidend, die häufigsten Demenzformen und deren klinischen Merkmale zu kennen:

- Alzheimerkrankheit (AK): Leitsymptom ist eine schleichend beginnende und fortschreitende Gedächtnisstörung, insbesondere des Kurzzeitgedächtnisses. Im Verlauf treten Sprachstörungen, Orientierungsprobleme und schließlich auch Beeinträchtigungen exekutiver Funktionen (etwa kognitive Flexibilität, Aufmerksamkeits- und Handlungskontrolle) auf.
- Vasculäre Demenz: Klinisch zeigen sich plötzlich auftretende, schrittweise verschlechterte kognitive Defizite, oft begleitet von neurologischen Symptomen wie Lähmungen der Extremitäten oder andere Gangstörungen.

äußern sich durch eine Verlangsamung der Denkprozesse, Aufmerksamkeitsstörungen und Beeinträchtigungen des exekutiven Funktionsbereichs.

## Klinische Untersuchung

Neben der internistischen und neurologischen Untersuchung spielt die klinisch-psychiatrische Beurteilung eine zentrale Rolle in der Demenzdiagnostik. Besonders Depressionen können kognitive Defizite vortäuschen oder verstärken. Eine sorgfältige Differenzialdiagnostik ist daher essenziell, um eine angemessene Therapie einzuleiten. So lassen sich zudem unnötige invasive Eingriffe vermeiden.

## Neurokognitive Tests

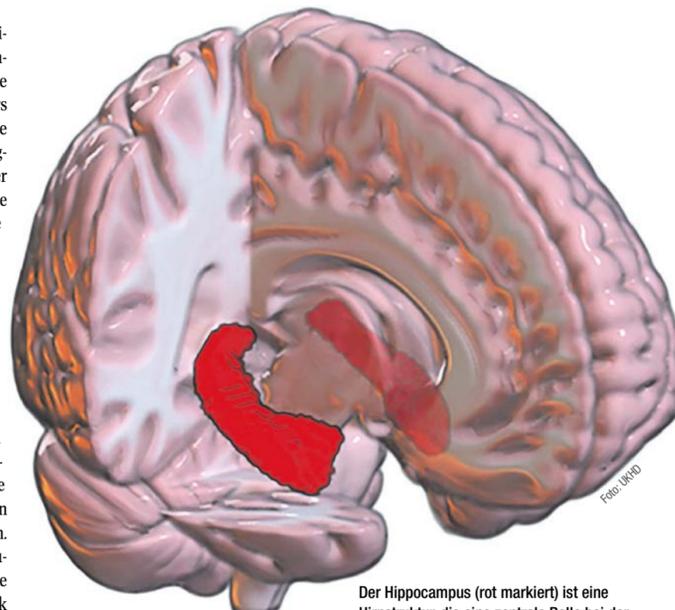
Zur objektiven Beurteilung kognitiver Funktionen werden standardisierte Testverfahren eingesetzt. Der Mini-Mental-Status-Test (MMST) dient als Screening-Tool für Demenzen, hat jedoch eine geringe Sensitivität für leichte kognitive Störungen. Der Montreal Cognitive Assessment (MoCA) ist sensibler und kann auch frühere kognitive Defizite detektieren. Der Uhrentest gibt Aufschluss über visuell-räumliche Fähigkeiten und exekutive Funktionen. Für eine vertiefte Diagnostik kommt häufig die CERAD-Plus-Testbatterie zum Einsatz. Diese umfassende, zeitlich im Vergleich zu den zuvor genannten Verfahren auch eine deutlich zeitaufwändigere Untersuchung, ist insbesondere indiziert, wenn subtile kognitive Defizite vorliegen, die mit einfachen Screening-Tests nicht erfasst werden können, oder wenn eine differenzierte Abklärung neurokognitiver Defizite erforderlich ist.

## Labordiagnostik bei Demenz

Ein essenzieller Bestandteil der Demenzdiagnostik ist die klinisch-chemische und hämatologische Diagnostik, um behandelbare körperliche Ursachen kognitiver Beeinträchtigungen auszuschließen. Insbesondere metabolische und endokrine

Störungen können demenzielle Symptome verursachen oder verstärken. Daher umfasst das Basislabor typischerweise die Bestimmung von Blutbild, Elektrolyten, Nieren- und Leberwerten, Blutzucker, sowie Schilddrüsenhormonen. Ein

Vorgänge, die z.B. auf den pathophysiologischen Prozess der AK hinweisen. Die frühzeitige Diagnosestellung der AK gewinnt die Bestimmung von Blutbild, Elektrolyten, Nieren- und Leberwerten, Blutzucker, sowie Schilddrüsenhormonen. Ein



Der Hippocampus (rot markiert) ist eine Hirnstruktur, die eine zentrale Rolle bei der Speicherung und Verarbeitung von Erinnerungen spielt. In der MRT kann eine Hippocampusatrophie ein wichtiger Hinweis auf den pathophysiologischen Prozess der AK sein.

## Weitere diagnostische Verfahren

Bildgebende Verfahren spielen eine Schlüsselrolle in der Diagnostik. Die Magnetresonanztomographie (MRT) ist die Methode der Wahl zur Darstellung vaskulärer Läsionen oder struktureller Hirnveränderungen, z. B. einer Abnahme des Hippocampusvolumens (Hippocampusatrophie) bei AK oder eine Abnahme des Stirnhirnvolumens bei so genannten Verhaltensvarianten der FTLD. Die Computertomographie (CT) kann bei akuten

Fragestellungen wie einer subduralen Blutung nützlich sein oder in Situationen, in denen eine MRT kontraindiziert ist (etwa bei Metallimplantaten im Körper).

In speziellen Fällen, insbesondere bei diagnostischen Unsicherheiten, kann die diagnostischen Unsicherheiten, kann die FDG-PET durchgeführt werden, um den zerebralen Glukosestoffwechsel zu beurteilen. Während die FDG-PET Hinweise auf den zerebralen Energieverbrauch liefert und so funktionelle Defizite sichtbar macht, ermöglichen die Beta-Amyloid-Bildgebung und die Tau-PET die direkte Darstellung spezifischer pathologischer Proteine im Gehirn. Die Beta-Amyloid-Bildgebung dient der Visualisierung amyloider Plaques, wie sie charakteristisch für die Alzheimerkrankheit sind. Die Tau-PET hingegen zeigt die Ausbreitung pathologisch veränderter Tau-Proteine und kann so helfen, Alzheimer von anderen neurodegenerativen Erkrankungen abzugrenzen.

## Neuer Ansatz: Bluttests

Ein neuer, vielversprechender Ansatz in der Diagnostik neurodegenerativer Demenzen sind Bluttests, die bestimmte Biomarker wie Beta-Amyloid, phosphoryliertes Tau oder Neurofilament-Leichtkettenproteine (NFL) nachweisen können. Diese Verfahren befinden sich noch im wissenschaftlichen Erprobungsstadium und sind bislang nicht in die klinische Routine integriert. Sie könnten jedoch künftig eine weniger invasive und kostengünstigere Alternative oder Ergänzung zur Liquordiagnostik darstellen und die frühzeitige Erkennung demenzieller Erkrankungen weiter verbessern.

Die Diagnostik von Demenzen ist ein komplexer, interdisziplinärer Prozess, der klinische, neuropsychologische und apparative Verfahren vereint. Eine sorgfältige Differenzialdiagnostik ermöglicht eine frühzeitige und zielgerichtete Therapie und verbessert die Prognose der Betroffenen. Letztlich ist eine frühzeitige Diagnose der Schlüssel zu einer adäquaten Versorgung und einer bestmöglichen Lebensqualität für Patienten und deren Angehörige. ■

! [www.klinikum.uni-heidelberg.de](http://www.klinikum.uni-heidelberg.de)

# Neurologischer-Biomarker verbessert MS-Behandlung

2024 hat Siemens Healthineers einen Biomarker zur Risikobewertung bei schubförmiger Multipler Sklerose (MS) auf den Markt gebracht.

Der CE-zertifizierte NFL-Bluttest für Serum oder Plasma unterstützt Neurologen bei der Abschätzung eines individuellen Risikos für Krankheitsaktivität. Das erleichtert die frühzeitige Anpassung der Therapie vor einem Schub.

Es gehört zu den Tücken der schubförmigen Multiplen Sklerose (MS), dass sie in unregelmäßigen Intervallen voranschreitet. Zwischen zwei Schüben können mehrere Monate oder sogar Jahre liegen. Zur Diagnostik werden unter anderem klinisch-neurologische Untersuchungen und das MRT eingesetzt. Mit einem neuen NFL-Assay von Siemens Healthineers besteht nun ergänzend die Möglichkeit, Krankheitsaktivität im Blut nachzuweisen. Der medizinische Nutzen: Das Labor kann dabei helfen einen Schub zu erkennen, bevor größere neurologische Schädigungen beim Patienten zu erwarten sind.

## Labortechnischer Durchbruch

Bei einem MS-Schub werden die Myelinscheiden von Nervenzellen geschädigt; man spricht von einer autoimmunvermittelten Zerstörung zytoskelettaler Strukturelemente. Dabei werden Neurofilamente freigesetzt, die im gesunden Zustand die Nervenzellen

umgeben. Diese Neurofilamente gelangen zunächst in den Liquor. Die kleinsten von ihnen, die Neurofilament-Leichtketten, können die Blut-Hirn-Schranke passieren und in das periphere Blut wandern.

Dass Neurofilament-Leichtketten ein Marker für akute entzündliche Aktivitäten während eines MS-Schubs sind, ist seit mehr als einem Vierteljahrhundert bekannt. Allerdings gab es bislang keinen Assay für den Nachweis der NFL. Deshalb wird ein Schub oftmals erst dann sicher diagnostiziert, wenn seine zerstörerische Wirkung bereits eingesetzt hat und im MRT erkennbar ist.

Mit dem neuen Bluttest ist es nun möglich, die extrem kleinen Neurofilament-Leichtketten als Indikator für einen Schub in einem frühen Stadium zu bestimmen und zu quantifizieren. Siemens Healthineers bietet den CE-zertifizierten NFL-Assay für die Analyseysteme Atellica IM, Atellica CI und ADVIA Centaur XP/XPT an.

## Analysen „fast auf Molekülebene“

Aktuell (Stand Sommer 2025) bieten in Deutschland elf Labore den Bluttest an. Dr. Annegret Quade, Inhaberin des Kölner Labors Dr. Quade & Kollegen, gehört zu den ersten Anwendern. Sie bestätigt: „Ab 3,0 Pikogramm pro Milliliter können wir die Neurofilament-Leichtketten quantifizieren. Wir bewegen uns fast auf Molekülebene.“ Die Menge der nachgewiesenen Leichtketten erlaubt Rückschlüsse auf die Krankheitsaktivität.

Die Blutanalyse macht eine MRT-Untersuchung nicht überflüssig. Allein schon deshalb, weil die Labordiagnostik Summationseffekte analysiert. Das Labor findet heraus, wie hoch die NFL-Konzentration im Serum oder Plasma ist. Für die Lokalisation und Ausprägung von Läsionen sind weiterhin andere diagnostische Verfahren erforderlich.

## Patientin: „Keine Angst vor MS“

Die Neurologin Dr. Manda Jankovic spricht sich dafür aus, bei MS-Patienten den NFL-Test alle drei Monate durchzuführen, um den Krankheitsverlauf zu überwa-

chen. Sie ist leitende Oberärztin der MS-Spezialambulanz in der Sauerlandklinik Hachen. Nicht nur bei der routinemäßigen Risikobewertung setzt sie den NFL-Test ein. Auch bei unsicherer Symptomatik kann der Bluttest Auskunft darüber geben, ob eine medikamentöse Intervention erforderlich ist: „Wenn eine Patientin kommt und über stark kribbelnde Beine klagt, kann das ein Indiz für einen Schub sein, muss aber nicht.“

In beiden Fällen ist eine zügige Abklärung angebracht – ohne langes Warten auf einen MRT-Termin. Je nach Ergebnis des Bluttests ist entweder unverzügliches Handeln gefordert oder die Neurologin kann in

Hinblick auf einen möglichen MS-Schub Entwarnung geben. „Wenn wir eine hohe Entzündungsaktivität feststellen, müssen wir sofort mit der Therapie beginnen. Denn jede Entzündung bringt tiefe Schädigungen der Gehirnschubstanz mit sich“, so Dr. Jankovic.

Welchen positiven Einfluss der regelmäßig durchgeführte NFL-Test auf die Lebensqualität der MS-Patienten nimmt, kann Tanya Pereira aus eigener Erfahrung berichten. Sie ist seit mehreren Jahren bei Dr. Jankovic in Behandlung: „Gemeinsam mit meiner Ärztin habe ich einen Weg gefunden, dass ich durch die richtige Therapie in meinem Beruf weitermachen kann und dass sich für mich nichts ändert.“

Durch die NFL-Testung alle drei Monate bekomme ich ein sicheres Gefühl in der aktuellen Therapie und habe keine Angst vor der MS.“

## Andere neurologische Erkrankungen

Für Dr. Quade steht fest: „Der Assay vergrößert die diagnostische und therapeutische Power von Neurologen.“ Darüber hinaus eröffnet der schnelle und leicht verfügbare Test aus ihrer Sicht auch anderen Fachrichtungen neue Möglichkeiten: „Hausärzte, Internisten und Psychiater können ebenfalls Neurofilamente bestimmen lassen, um differentialdiagnostisch neurologisch degenerative Erkrankungen auszuschließen.“

Der Biomarker NFL ist nicht krankheitspezifisch. Nicht nur bei MS-Schüben gelangen Neurofilament-Leichtketten in das Blut. Deshalb ist es zu erwarten, dass der NFL-Test in absehbarer Zeit bei der Diagnostik anderer Erkrankungen mit Schädigung der Nervenzellen herangezogen wird – etwa bei Demenz, Parkinson oder ALS. ■

www.siemens-healthineers.com |



# Blutbasierte Biomarker der Neurodegeneration

Neurodegenerative Erkrankungen wie die Multiple Sklerose und die Alzheimer Erkrankung stellen erhebliche diagnostische und therapeutische Herausforderungen dar.

mulation von Amyloid im Gehirn. Allerdings waren in den präklinischen oder Prodromalstadien der Alzheimer-Krankheit die Plasmakonzentration von Aβ42 nur mäßig verringert, während die Aβ40-Konzentration unverändert blieb. Höhere Aβ-Konzentrationen im Plasma (aber nicht

Tau-Proteine sind zentrale Akteure in der Pathogenese der Alzheimer-Erkrankung. Hyperphosphoryliertes Tau (pTau) aggregiert und bildet Neurofibrillen, die mit kognitivem Verfall korrelieren. Phosphoryliertes Tau (pTau181, pTau217, pTau231) zeigt eine hohe Spezifität für AD und unterscheidet zuverlässig von anderen Demenzen. Insbesondere pTau217 korreliert stark mit bildgebenden Verfahren (Amyloid- und Tau-PET) sowie dem kognitiven Status. Die blutbasierte Diagnostik mit pTau217 ist dabei der Liquoruntersuchung ebenbürtig. Weiterhin ist auch ein Therapiemonitoring möglich und Therapie mit Donatemab kam es im longitudinalen Monitoring zu einer signifikanten Reduktion der pTau 217 Konzentration im Plasma.

Da für pTau217 noch kein Referenzpräparation verfügbar ist, sind methodenabhängige Varianzen zu beachten und ein longitudinales Monitoring sollte immer mit dem gleichen Test durchgeführt werden. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist ein Zwei-Cutpoint-Ansatz zu favorisieren, der gut diagnostische Genauigkeit bietet und gleichzeitig den potenziellen Schaden durch falsch positive Ergebnisse minimiert. Neurofilament light chain (NFL) ist ein sensitiver Marker für axonale Schädigung, jedoch nicht spezifisch für eine Alzheimer-Erkrankung. Eine erhöhte Plasmakonzentration findet sich auch bei anderen neurodegenerativen Erkrankungen wie MS, amyotropher Lateralsklerose, cerebrovaskulären Erkrankungen und Hirntraumata. Zur Abklärung einer kognitiven Störung wurde die Kombination von NFL

und pTau217 im Sinne einer Stufendiagnostik vorgeschlagen.

Das saure Gliafaserprotein (GFAP, Glial fibrillary acidic protein) ist Bestandteil des Intermediärfilamentes von Gliazellen (insbesondere Astrozyten) und ist ebenfalls in der präsymptomatischen Phase einer Alz-

heimer Erkrankung erhöht, weist darüber hinaus aber auf eine raschere Progredienz der Erkrankung hin und gilt daher als Risikomarker. ApoE in der Isoform ApoE ε4 ist ein wichtiger Risikofaktor für die Alzheimer-Erkrankung. Er wird zwar nicht zur Abschätzung des individuellen Krankheitsrisikos empfohlen, ist aber prädiktiv für das Ansprechen einer anti-Amyloid-Therapie. Vor einem breiten Einsatz der blutbasierten AD-Biomarker müssen allerdings

die diagnostischen Kenngrößen wie Sensitivität, Spezifität und prädiktiver Wert in weiteren Studien noch gründlich evaluiert werden. Daher sollte deren Einsatz bis auf weiteres nur in speziellen Einrichtungen wie zum Beispiel Gedächtnisambulanzen erfolgen. manifestiert sich in einer Konzentrationsabnahme von NFL im Blut. GFAP reflektiert insbesondere progrediente Verlaufsformen und gilt daher als Risikofaktor. Die klinische Implementierung für NFL und GFAP ist zum Teil bereits erfolgt und bietet großes Potential für eine nicht-inva-

Prof. Dr. Peter Findeisen, MVZ Labor Dr. Limbach & Kollegen, Heidelberg



Prof. Dr. Peter Findeisen

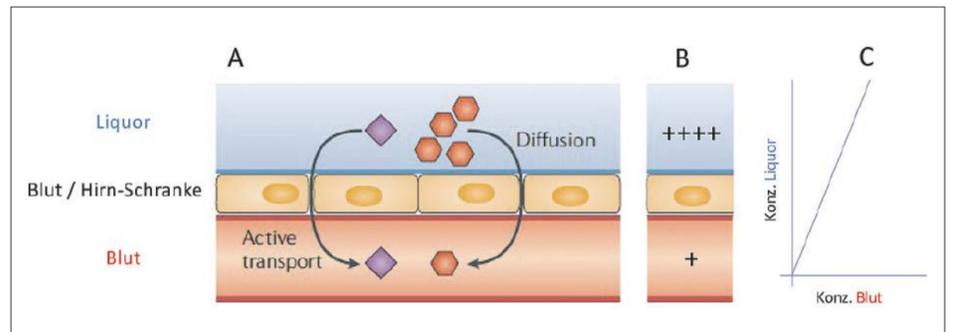
Während die Multiple Sklerose (MS) primär durch entzündlich-demyelinisierende Prozesse charakterisiert ist, dominieren bei Alzheimer Erkrankung (AD) neurodegenerative Mechanismen mit Proteinablagerungen. Konsekutiv kommt es durch Hyperphosphorylierung von Tau Protein zur Desaggregation von Neurofibrillen (Mikrotubuli).

Die Bedeutung einer frühzeitigen Diagnose ist durch verbesserte therapeutische Optionen deutlich gestiegen. Für AD zeigen aktuelle Studien zu neuen Therapieansätzen mit anti-Amyloid Biologika, dass eine Behandlung schon in einem frühen Krankheitsstadium initiiert werden sollte. Auch bei MS kann die ansteigende NFL Konzentration im Plasma eine Therapie- eskalation triggern. Eine frühzeitige Diagnostik ist bei Patienten mit diskreten oder unspezifischen klinischen Symptomen allerdings nicht durch die invasive Liquorpunktion sondern nur durch blutbasierte Labordiagnostik möglich. Dabei kommt es zum Übertritt der Biomarker aus dem Liquor über die Blut-Hirn-Schranke in die Zirkulation (siehe Abb.). Die Korrelation der Biomarker-Konzentration in beiden Kompartimenten ist gut, aber die hohe Verdünnung in der Zirkulation erfordert sensitive analytische Methoden. Für einige Parameter stehen mittlerweile kommerzielle Assays zur Verfügung, die eine sichere Quantifizierung ermöglichen. Es ist bereits absehbar, dass die blutbasierte Biomarker ein erhebliches Potential haben, die Diagnose, Prognose und das Therapiemonitoring von neurodegenerativen Erkrankungen deutlich zu verbessern.

## Blutbasierte Biomarker bei Alzheimer

Klassische Marker, die standardmäßig auch im Liquor gemessen werden, umfassen die Aβ-Fragmente und Tau-Proteine. Amyloid-beta (Aβ) spielt eine zentrale Rolle in der Pathophysiologie der Alzheimer-Erkrankung. Die Akkumulation von Aβ-Peptiden (insbesondere Aβ-42 und Aβ-40) führt zur Bildung von Plaques im Gehirn. Eine Reduktion des Aβ-42/Aβ-40-Verhältnisses in Liquor und Blut korreliert mit der Akku-

im Liquor) wurden bei vaskulären Erkrankungen wie zerebralen Mikroblutungen, Bluthochdruck, Diabetes und ischämischen Herzerkrankungen beobachtet. Der geringe Fold-Change der Amyloid-Biomarker im Blut führte bei kleinen Messvariationen (Imprecision) zu diagnostischen Fehlklassifikationen und geringer Robustheit dieser Messungen im Plasma.



Blut-basierte Biomarker der Neurodegeneration: (A) Passage der Blut-Hirn-Schranke (B) Die Konzentrationen der Biomarker sind im Liquor in der Regel deutlich höher als im Blut (C) Die Konzentration der Biomarker im Liquor korreliert mit der im Blut (modifiziert nach Hampel H. et al. Nat Rev Neurol 2018)

heimer Erkrankung erhöht, weist darüber hinaus aber auf eine raschere Progredienz der Erkrankung hin und gilt daher als Risikomarker.

ApoE in der Isoform ApoE ε4 ist ein wichtiger Risikofaktor für die Alzheimer-Erkrankung. Er wird zwar nicht zur Abschätzung des individuellen Krankheitsrisikos empfohlen, ist aber prädiktiv für das Ansprechen einer anti-Amyloid-Therapie.

Vor einem breiten Einsatz der blutbasierten AD-Biomarker müssen allerdings

## Blutbasierte Biomarker bei Multipler Sklerose

NFL hat sich als robustester Marker für axonale Schädigung bei MS etabliert. Erhöhte Werte finden sich in aktiven Schüben und unterstreichen den Nutzen für Monitoring und Therapieanpassung. Dabei kann der Konzentrationsanstieg von NFL im Blut deutlich früher erfolgen, wie entsprechende Veränderungen in der Bildgebung und ein Therapieansprechen

sives Krankheitsmonitoring als Grundlage einer personalisierten Therapiesteuerung. Im Gegensatz hierzu sind zusätzliche Marker der Neuroinflammation wie CHI3L1 (YKL-40) oder CXCL13 trotz ihrer pathophysiologischen Bedeutung bisher nicht etabliert. Eine Übersicht der Biomarker und deren Einsatzmöglichkeiten bei AD bzw. MS findet sich in der Tabelle.

## Herausforderungen der Diagnostik und Ausblick

Bei der Interpretation der cut off Werte einzelner Biomarker sind bestimmte Einflussgrößen wie Alter, Geschlecht, BMI und Nierenfunktion zu beachten. Auch andere neurodegenerativen Erkrankungen wie Apoplex, Enzephalitis, M. Parkinson oder amyotropher Lateralsklerose aber auch andere Ko-Morbiditäten wie etwa kardiovaskuläre Erkrankungen oder chronische Niereninsuffizienz haben Einfluss. Daher dürfen Biomarker-Befunde nicht isoliert, sondern immer in Zusammenhang mit weiteren Befunden bewertet werden. Weitere Limitationen sind eine fehlende Standardisierung und damit verbundene eingeschränkte Vergleichbarkeit von Messergebnissen verschiedener Hersteller. Zukünftige Entwicklungen umfassen weitere technologische Entwicklungen z.B. in der Massenspektrometrie zur Etablierung und Validation von Multiplex-Ansätze und Biomarker-Profilen. ■

Literatur beim Autor.

www.labor-limbach.de |

Biomarker	(Patho-) physiologie	Alzheimer-Erkrankung (AD)	Multiple Sklerose (MS)	Kommentar
Aβ42/40 Ratio	Pathologische Proteinablagerung	+++	-	Erniedrigte Ratio
pTau181/217/231	Neurofibrillen (Mikrotubuli)	+++	-	
ApoE (ε4)	Apolipoprotein	+++	-	Risikofaktor für AD, Stratifikator einer anti-Amyloid Therapie
NfL	Neuro-axonales Filament	+	+++	Aktivitätsmarker
GFAP	Intermediärfilament von Astrozyten (Gliaaktivierung)	(+)	+++	Risikomarker für Progress der MS
CHI3L1 (YKL-40)	Inflammation	(+)	+++	Prognostisch für MS-Progress,
CXCL13	Inflammation	(+)	++	Bedeutung in Liquor stärker als im Blut

Tab.: Vergleich wichtiger Biomarker. Während bei AD pTau-Isoformen und beta-Amyloid (Aβ) Fragmente eine hohe diagnostische Spezifität aufweisen, dominieren bei MS NFL und entzündungsassoziierte Marker. Beide Erkrankungen teilen NFL als Indikator neuroaxonalem Schadens. Die Eignung der Biomarker für den indikationsbezogenen Einsatz (AD oder MS) ist mit halbquantitativen Zeichen (von - keine bis +++ sehr gute Eignung) markiert.

## Ein Chip mit natürlichen Blutgefäßen

Die TU Wien und die Universität Keio (Japan) haben eine neue Methode entwickelt, Blutgefäße in winzigen Organmodellen auf einem Chip zu erzeugen – rasch und reproduzierbar.

Dr. Florian Aigner,  
Technische Universität Wien, Österreich

Wie kann man die Wirkung eines neuen Medikaments erforschen? Wie kann man das Zusammenspiel verschiedener Organe besser verstehen? In der medizinischen Forschung spielen „Organ-on-a-chip“-Anwendungen (auch mikrophysiologische Systeme genannt) eine wachsende Rolle: Wenn man es schafft, Gewebestrukturen in Labor auf präzise kontrollierbaren Chips wachsen zu lassen, dann kann man viel präziser forschen als das mit Versuchen an lebenden Menschen oder Tieren möglich wäre.

Allerdings stößt man dabei auf ein großes Problem: Solche Mini-Organen sind unvollständig ohne Blutgefäße.

Um eine echte Vergleichbarkeit mit lebenden Organismen sicherzustellen, muss man ein lebensnahes Netz winziger durchflussfähiger Blutgefäße und Kapillaren erzeugen – und zwar auf genau kontrollierbare, reproduzierbare Weise. Genau das ist an der TU Wien nun gelungen: Man entwickelte ein neues Verfahren, bei dem mit Hilfe ultrakurzer Laserpulse in kurzer Zeit auf reproduzierbare Weise winzige Blutgefäße entstehen. Versuche zeigen: Diese

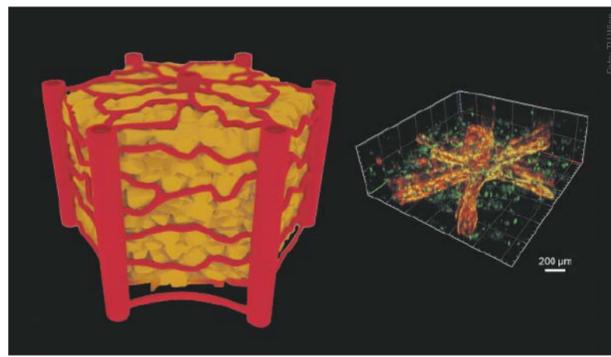
Gefäße verhalten sich tatsächlich so wie Gefäße im lebenden Gewebe. Leber-Gewebe wurde mit großem Erfolg auf einem Chip hergestellt.

### Endothelzellen in künstlichen Kanälchen

„Wenn man beispielsweise untersuchen möchte, wie bestimmte Medikamente in unterschiedlichen Geweben transportiert und absorbiert werden, dann braucht man feinste Netze aus Blutgefäßen“, sagt Alice Salvadori, die in der Arbeitsgruppe von Prof. Aleksandr Ovsianikov am Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie der TU Wien forscht.

Idealerweise werden solche Blutgefäße in speziellen Materialien hergestellt, in Hydrogelen. Diese Materialien bieten den lebenden Zellen Halt, sind aber durchlässig, ähnlich wie natürliche Gewebe. Wenn man in solchen Hydrogelen kleine Kanälchen erzeugt, kann man erreichen, dass sich im Inneren dieser Kanälchen Endothelzellen anlagern – Zellen, die in unserem Körper das Innere von Blutgefäßen auskleiden. Damit hat man ein künstliches Modell erzeugt, das einem lebenden Blutgefäß sehr ähnlich ist.

Die große Schwierigkeit dabei ist allerdings: Form und Größe solcher Blutgefäß-Netzwerke sind schwer zu kontrollieren. Wenn die Netzwerke sich frei entwickeln, variiert die Geometrie der Blutgefäße immer stark von einer Probe zur anderen. Damit lassen sich keine reproduzierbaren, exakten Experimente durchführen – doch



Lebergewebe am Computer und Mikroskopaufnahme nach neun Tagen Kultivierung

gerade das ist für präzise medizinische Forschung wichtig.

### Besseres Hydrogel und Laser-Präzision

An der TU Wien setzte man daher auf eine hochentwickelte Lasertechnik: Mit Hilfe ultrakurzer Laserpulse mit einer Dauer im Femtosekunden-Bereich kann man in Hydrogelen sehr schnell und sehr effizient hochpräzise 3D-Strukturen in das Material hineinschreiben.

„Wir können auf diese Weise Kanäle herstellen, die nur hundert Mikrometer voneinander entfernt sind. Das ist essenziell, wenn man die natürliche Dichte von Blutgefäßen in bestimmten Organen replizieren möchte“, sagt Aleksandr Ovsianikov. Doch nicht nur die exakte Herstellung der

gewünschten Blutgefäß-Geometrie ist wichtig, die Blutgefäß-Netzwerke müssen vor allem stabil bleiben, wenn sie von Zellen besiedelt werden. „Wir wissen, dass Zellen ihre Umgebung verändern können. Das kann zu Verformungen führen, oder sogar zur Verstopfung von Blutgefäßen“, sagt Alice Salvadori. „Daher haben wir die Material-Präparation verbessert.“ Anstelle des üblichen einstufigen Gelierungsverfahrens verwendete das Team einen zweistufigen thermischen Härtungsprozess: Das Hydrogel wird in zwei Phasen mit unterschiedlichen Temperaturen erwärmt, nicht nur in einer. Dadurch verändert sich seine Netzwerkstruktur, und ein stabileres Material entsteht. Die Gefäße bleiben offen und behalten ihre Form über einen längeren Zeitraum bei. „Wir haben nicht nur gezeigt, dass wir künstliche Blutgefäße herstellen

können, die tatsächlich durchflossen werden können. Noch wichtiger ist: Wir haben eine skalierbare Technologie entwickelt, die im industriellen Maßstab eingesetzt werden kann“, sagt Aleksandr Ovsianikov. „Die Strukturierung von 30 Kanälen dauert nur 10 Min., was mindestens 60-mal schneller ist als andere Techniken.“

### Blutgefäße verhalten sich ganz natürlich

Wenn biologische Prozesse mit solchen Chips nachgestellt werden sollen, muss man zunächst sicherstellen, dass sie sich tatsächlich so verhalten wie natürliches Gewebe. Und das konnte das Team nun tatsächlich nachweisen: „Wir haben gezeigt, dass diese künstlichen Blutgefäße tatsächlich mit Endothelzellen besiedelt werden, die genauso reagieren wie Endothelzellen im Körper“, sagt Alice Salvadori. „Sie reagieren beispielsweise auf dieselbe Weise auf Entzündungen – sie werden dabei durchlässiger, genau wie Blutgefäße im Körper.“ Damit ist nun ein wichtiger Schritt getan, die Lab-on-a-Chip-Technologie zum industriellen Standard in vielen Bereichen der medizinischen Forschung zu machen.

### Großer Erfolg mit Lebergewebemodell

„Mit diesem Ansatz konnten wir ein Lebermodell mit Blutgefäßen ausstatten. In Zusammenarbeit mit der Keio-Universität (Japan) haben wir ein Leberläppchen auf einem Chip entwickelt, das ein

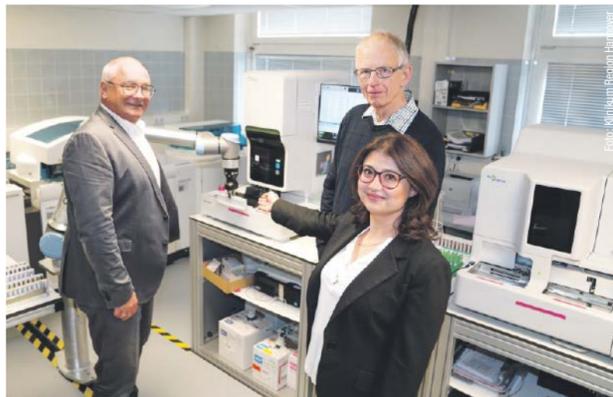
kontrolliertes 3D-Gefäßnetzwerk enthält, das die Anordnung der Zentralvene und Sinusoide in vivo genau nachahmt“, sagt Aleksandr Ovsianikov. „Die Nachbildung der dichten und komplexen Mikrogefäße der Leber war lange Zeit eine Herausforderung in der Organ-on-Chip-Forschung. Durch den Aufbau mehrerer Schichten von Mikrogefäßen, die das gesamte Gewebivolumen durchziehen, konnten wir eine ausreichende Nährstoff- und Sauerstoffversorgung sicherstellen – was wiederum zu einer verbesserten Stoffwechselaktivität im Lebermodell führte. Wir glauben, dass diese Fortschritte uns einen Schritt näher an die Integration der Organ-on-a-Chip-Technologie in die präklinische Arzneimittelforschung bringen“, sagt Masafumi Watanabe (Keio-Universität). „Die Organ-on-a-Chip-Technologie und fortschrittliche Lasertechnologie lassen sich gut kombinieren, um zuverlässigere Modelle von Blutgefäßen und Lebergewebe zu erstellen. Ein wichtiger Durchbruch ist die Möglichkeit, winzige Gewebe auf einem Chip zu bauen, durch die Flüssigkeit fließen kann, ähnlich wie Blut im Körper. Dies hilft besser zu verstehen, wie der Blutfluss die Zellen beeinflusst. Die Organ-on-a-Chip-Technologie ermöglicht es auch, die Reaktionen der Zellen unter dem Mikroskop genau zu beobachten. Diese Modelle werden Wissenschaftlern helfen, die Funktionsweise des Körpers zu untersuchen, und könnten in Zukunft zu besseren Behandlungen und einer besseren Gesundheitsversorgung führen.“ sagt Prof. Ryo Sudo, Keio-Universität. ■

www.tuwien.at

## Roboter sorgt für reibungslosen Ablauf in den Nachtstunden

Im Labor des KRH Klinikums Neustadt am Rübenberge wurde zur Arbeitsentlastung ein erster Roboter installiert.

Die KRH Labor GmbH betreibt in einem der größten Labornetze Norddeutschlands alle Labore des Klinikums Region Hannover. Wie zahlreiche Labore in Deutschland steht auch die KRH Labor GmbH vor dem Problem des Fachkräftemangels. Zwar ist die GmbH mit der Schule zur Ausbildung von medizinischen Technologen für Laboratoriumsanalytik in der Region Hannover gut vernetzt, kann aber ihren Personalbedarf in den Krankenhausstandorten, gerade in den Außenbezirken der Region Hannover, nicht immer decken. Das führt zu einer erhöhten Belastung der Teams vor Ort, die mit wenig Personal viele Schichten in den Nachtstunden arbeiten müssen.



Begutachten „R2D2“: v. l. Dr. Matthias Bracht, KRH Geschäftsführer Medizin, Dr. Christopher Sachse, Leiter der KRH Labor GmbH und Marieta Tirda, Chemikerin in den KRH Laboren

Für dieses Problem soll der Roboter, der seit dem ersten April im Labor im KRH Klinikum Neustadt am Rübenberge unter-

stützt, Abhilfe schaffen. „R2D2“, wie der Roboter liebevoll vom Team des Labors getauft wurde, übernimmt nun von 21 Uhr

bis 7 Uhr morgens die Annahme und Diagnostik von Proben des Krankenhausbetriebes in Neustadt. Der Roboter Diatrack aus der UR Serie wurde von der Firma Diabots hergestellt. Er arbeitet selbstständig und muss von keinem Menschen betreut werden. Mitarbeitende aus dem KRH Klinikum Neustadt am Rübenberge beschriften ihre Proben und stellen diese auf eine Ablagefläche im Labor des Krankenhauses. Der Roboter greift sich die Probe, scannt den Code und leitet die Diagnostik ein.

„Der Einsatz dieses selbstständig arbeitenden Roboters ist in der Region Hannover bisher einzigartig“, sagt Dr. Christopher Sachse, Laborarzt und Ärztlicher Leiter der KRH Labor. „Er läuft technisch einwandfrei. Manchmal hakt es noch bei der Bedienung und der Übergaben der Proben, aber hier schulen wir intensiv nach.“ Roboter wie „R2D2“ sind noch selten in deutschen Laboren anzutreffen. Vor vier Jahren starteten die ersten Labore mit einem Probetrieb.

„Die Analyse von Blutproben vor Ort im Krankenhaus ist wichtig für unsere Arbeit als Labor für das gesamte Klinikum Region Hannover. Dadurch kommt es zu keiner Verzögerung in der Diagnostik und es entstehen keine Fahrtwege“, so Laborchef Sachse.

### Diagnostik in den Nachtstunden

„R2D2“ übernimmt dabei die „Brot- und Butterdiagnostik“, also vor allem oft benötigte Analytik von Blutproben. Aufwendigere Analysen werden weiter von den Mitarbeitern vor Ort oder im Schwerpunktlabor am KRH Klinikum Nordstadt übernommen. „Die Reduzierung der Nachtarbeit war unser vorrangiges Ziel, als wir 2023 mit der Planung zum Einsatz von R2D2 starteten“, sagt Sachse. „Der Roboter funktioniert und wir planen, seine Einsatzzeit von 17 bis 7 Uhr morgens zu verlängern“, so Sachse.

www.krh.de

## Nutzen von molekularer Tumoranalyse

Jeder Tumor ist einzigartig. Forscher aus Zürich und Basel zeigen nun: Mithilfe modernster molekularbiologischer Verfahren lässt sich innerhalb von vier Wochen ein detailliertes Tumorprofil erstellen, das eine maßgeschneiderte Therapie ermöglicht.

Für die Wahl der geeigneten Therapie stützen sich Ärzte auf etablierte Leitlinien. Dank dieser wurden gerade auch bei Schwarzem Hautkrebs in den letzten Jahren deutlich bessere Behandlungserfolge erzielt. Allerdings gibt es selbst innerhalb dieser Standardtherapien oft mehrere Behandlungsoptionen, und es ist nicht immer eindeutig, welche Therapie für einen bestimmten Patienten am erfolgversprechendsten ist. Besonders herausfordernd wird es, wenn Standardtherapien nicht mehr wirken und wissenschaftlich gestützte Hinweise zur weiteren Behandlung fehlen.

### Jeden Tumor kennen

Bisher wurden Therapien gegen Krebs in erster Linie anhand des Ursprungsgewebes des Tumors sowie seiner genetischen Eigenschaften festgelegt. Im seit 2018 lau-

fenden Tumor-Profiler-Projekt untersuchen Forscher, wie neue molekularbiologische Methoden helfen können, die Therapiemöglichkeiten für Patienten über die Standardtherapien hinaus zu verbessern. Wissenschaftler und Ärzte der ETH Zürich, des Universitätsspitals Zürich, der Universität Zürich, des Universitätsspitals Basel und von Roche arbeiten dafür zusammen. Sie machen sich zunutze, dass jeder Tumor selbst auf Zellebene einzigartig ist. Mit neun Technologien analysieren sie Tumore auf Einzelzellebene.

Aus den so gewonnenen Informationen entsteht ein umfassendes Bild der biologischen Vorgänge im Tumor, von der DNA über die RNA bis hin zu den Proteinen. Dieses Wissen macht es dann möglich, aus den vorhandenen Therapieformen und Medikamenten, die individuell für den einzelnen Patienten wirksamste Behandlung zu bestimmen. Dieser datenbasierte Ansatz ermöglicht es zudem, Medikamente in die Evaluation einzubeziehen, die für die Behandlung anderer Krebsarten eingesetzt werden und so das Spektrum der Therapiemöglichkeiten fallweise zu erweitern.

In einer ersten Phase des Tumor-Profiler-Projekts wurde untersucht, welche molekularbiologischen Technologien für die Behandlung relevante Infos liefern, und gezeigt, dass solche umfassenden Analysen

machbar sind und die dafür notwendige Verarbeitung der enormen Datenmengen möglich ist. In einem weiteren Schritt ging es nun darum, zu prüfen, wie das Tumorprofil in die Praxis umsetzbar ist.

### Molekularbiologische Verfahren

In einer prospektiven, multizentrischen Beobachtungsstudie untersuchten die über 100 an der Studie beteiligten Wissenschaftler, ob dieser Ansatz in der Klinik machbar ist und ob er Vorteile bietet. Im Fokus stand dabei, wie lange es dauert, bis die Tumoranalyse vorliegt und wie die behandelnden Ärzte die daraus resultierenden Empfehlungen beurteilen – zwei zentrale Faktoren für die erfolgreiche Anwendung des Tumorprofilings. Dafür analysierten die Tumoren von 116 Patienten. Jede Probe lieferte rund 43.000 Datenpunkte, was etwa einem halben Terabyte entspricht. Daraus leiteten die Mediziner individuelle Behandlungsempfehlungen ab. Weltweit zum ersten Mal wurden in einer Studie neun molekularbiologische Technologien für das Profiling parallel eingesetzt und zudem zum ersten Mal die daraus erhobenen Daten in Behandlungsvorhersagen zugunsten der behandelnden Ärzte in der Klinik eingesetzt. Die Studie konnte zeigen, dass die aus dem Tumorprofilung gelie-

erten Empfehlungen nach vier Wochen vorlagen und in 75 % der Fälle von den behandelnden Spezialisten als hilfreich für die Therapiewahl beurteilt wurden und ihnen dafür substanzvolle Informationen lieferten. „Diese Werte und Informationen zeigen uns, dass die Empfehlungen aus dem Tumorprofilung innerhalb einer nützlichen Frist vorliegen und mit einem für die behandelnden Ärzte konkreten und direkt umsetzbaren Nutzen“, sagt Nicola Miglino, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Unispital Zürich und einer der Erstautoren.

Das Tumorboard des Spitals beurteilte die Tumor Profiler Daten und schlug den Studienteilnehmern basierend auf diesen Informationen individuell auf sie ausgerichtete Therapien vor. Es zeigte sich, dass die Patienten, deren Behandlung auf Informationen aus den Profiler-Daten beruhte, häufiger auf die Therapie ansprachen als die Patienten, die nicht am Programm teilnahmen.

„Das ist ein über unser eigentliches Studienziel hinaus ermutigendes Resultat, das aber noch in prospektiven und randomisierten klinischen Studien mit mehr Patienten bestätigt werden muss“, fasst Andreas Wicki, Prof. für Onkologie an der Uni Zürich und Co-Direktor des Tumor Profiler Centers, die Resultate zusammen. ■

https://ethz.ch

**FUJIFILM**  
Value from Innovation

Wako

IVDR-KONFORME CE-ZERTIFIZIERTE  
β-D-GLUCAN TESTUNG – LIMUSAVE MT-7500

### FRÜHERKENNUNG INVASIVER PILZINFEKTIONEN

- + Einzeltest-Verfahren für schnelle Messungen im Labor vor Ort
- + Früherkennung invasiver Infektionen durch *Candida sp.*, *Aspergillus sp.* und *Pneumocystis jirovecii*



Für weitere Produktinformationen kontaktieren Sie uns bitte  
diagnostics\_wkeu@fujifilm.com

# Robotik im Labor – Entlastung des Laborpersonals

Das Labor Berlin integrierte neue Robotik-„Kollegen“ in einem Krankenhauslabor eines Berliner Maximalversorgers. Ein interdisziplinäres Team optimierte mit einer maßgeschneiderten Robotik-Lösung die Laborprozesse.

Dr. Nathalie Winkler, Labor Berlin – Charité Vivantes und Ute Schweitzer, Präsenzlabor Vivantes Klinikum im Friedrichshain, Berlin



Ute Schweitzer



Dr. Nathalie Winkler

Krankenhauslabore stellen durch ihren 24/7-Betrieb sicher, dass medizinische Diagnostik jederzeit verfügbar ist. Damit bilden sie einen unverzichtbaren Bestandteil der Notfall- und Regelversorgung. Angesichts des zunehmenden Fachkräftemangels sowie steigenden Kostendrucks geraten auch Krankenhauslabore zunehmend unter Druck: Personalengpässe können zu Überlastung, Fehleranfälligkeit und Verzögerungen in der Diagnostik führen.

Zwar ist Laborautomation – etwa durch Pipettierautomaten oder zentrale Probenstraßen – in vielen Großlaboren längst etabliert, für kleinere Krankenhauslabore eignen sich diese Systeme jedoch häufig nicht: hohe Investitionskosten, limitierter Platz und eine geringe Anpassungsfähigkeit an komplexe, individuelle Workflows stellen große Hürden dar. Maßgeschneiderte Robotik-Lösungen bieten hier eine flexible Alternative. Doch ihre Umsetzung ist technisch und organisatorisch anspruchsvoll. Die Integration scheitert oft an Platzmangel, fehlender Interoperabilität zwischen Analysegeräten, LIS-System und Robotikanlage sowie der Abhängigkeit von spezialisierten Robotik-Entwicklerteams.

### Pilotprojekt: drei neue „Kollegen“ ziehen ein

Labor Berlin, Europas größtes Krankenhauslabor, hat im Vivantes Klinikum im Friedrichshain erfolgreich eine individuelle Robotik-Lösung der Firma Diabots

implementiert, konzipiert für die spezifischen Anforderungen eines Maximalversorgers. Die Planung und Umsetzung erfolgte durch ein interdisziplinäres Team aus IT, Labor- und Datenmanagement, medizinischem Fachpersonal und den Robotik-Entwicklern.

Kern der Lösung sind drei automatisierte Roboterarme, die vom Team liebevoll die „Friedrich(s)Haimies“ getauft wurden. Um den Einstieg zu erleichtern, erhielten die drei neuen Kollegen jeweils auch individuelle Namen und klar definierte Zuständigkeitsbereiche:

- Heino und Heini – fest positioniert in der präanalytischen Einheit – übernehmen die Probenerfassung, Zentrifugation, das Öffnen von Probengefäßen und das Platzieren in spezifische Analysenracks.
- Friedrich – mobil und achsengeführt – transportiert die Probenracks zwischen Präanalytik, Analysesystemen (Klinische Chemie, Hämatologie, Hämostaseologie) und dem Archivbereich.

Ergänzt wird das System durch einen mobilen Monitor – eine Art digitales „Babyphone“ –, auf dem die Interfaces der Analysegeräte gespiegelt werden. So können Systemstatus und Messdaten aus der Ferne eingesehen werden ohne den laufenden Betrieb zu unterbrechen.

### Zwischen Neugier, Geduld und Kinderkrankheiten

Der Onboarding-Prozess der neuen „Kollegen“ gestaltete sich anfangs herausfordernd. Die Roboter kommunizieren nicht in menschlicher Sprache und zeigen kein Verständnis für unser Verhalten. Sie sind äußerst stur und benötigen ihre Routinen. Auch technische Startschwierigkeiten mussten wie Kinderkrankheiten gemeinsam im Team durchgestanden werden. Um den Lern- und Entwicklungsprozess der drei zu begleiten, wurden Leistungsdaten wie Probenanzahl, Betriebszeiten und Durchlaufzeiten systematisch erfasst, wöchentlich analysiert und mit dem Entwicklerteam ausgewertet. Ziel war es, die Effizienz, Qualität und Nutzerfreundlichkeit des Systems kontinuierlich zu verbessern.

### Spürbare Entlastung und neue Freiräume

Inzwischen sind Friedrich, Heino und Heini fester Bestandteil des Teams. Sie zeichnen sich vor allem durch ihren Fleiß und ihre Robustheit aus. Im Tagdienst bearbeiten sie bis zu 700 Routineproben täglich, sie entlasten das Personal deutlich und verlängern die „Walk-Away-Time“ für die Mitarbeiter. Die dadurch frei werdenden Kapazitäten



Roboter „Friedrich“ ist auf einer Schiene mobil und transportiert ein Probenrack von der präanalytischen Einheit zum Analyzer für die klinische Chemie.



In der Präanalytik-Einheit stellen Roboter „Heini“ (l.) und „Heino“ (r.) registrierte Proben in die Zentrifugenmodule.

ermöglichen eine noch schnellere Bearbeitung der Notfallanalysen und mehr Zeit für die manuelle Abarbeitung komplexer Spezialproben. Weiterer Vorteil: Es bieten sich mehr Möglichkeiten für den interdisziplinären Austausch mit den Kollegen von der Notaufnahme, der Normal- und Intensivstationen oder dem OP-Team. Gleichzeitig entstehen auch Freiräume für die fachliche Weiterbildung und die Einarbeitung neuer

Labormitarbeiter – ganz abgesehen davon, dass die Arbeit mit modernster Technik große Freude bereiten kann.

### Robotik als Antwort auf den Fachkräftemangel?

Die im Projekt gewonnenen Erfahrungen zeigen: Individuelle Robotik-Lösungen können ein wirkungsvoller Baustein sein,

um dem Fachkräftemangel in Krankenhauslaboren zu begegnen. Eine zentrale Herausforderung stellt aktuell noch die immunhämatoologische Diagnostik und die Bereitstellung von Blutprodukten dar. Doch auch in diesem Bereich arbeitet die Industrie bereits an innovativen Lösungsansätzen.

Künftig werden zunehmend standardisierte, modulare Robotiksysteme erwartet, die schneller einsetzbar und leichter skalierbar sind. Voraussetzung dafür ist eine hohe Interoperabilität mit bestehenden Analysegeräten und Labor-IT-Systemen. Auch Diagnostikhersteller sind gefordert, ihre Geräte stärker an die Anforderungen robotischer Nutzer auszurichten.

### Der Mensch bleibt der Schlüssel zum Erfolg

Der Erfolg neuer Technologien hängt nicht allein von deren Funktionalität ab, sondern vor allem von der Akzeptanz beim Personal. Neben einer engen Zusammenarbeit mit den Entwicklern war vor allem die kontinuierliche Einbindung des gesamten Laborteam entscheidend. Offenheit, Mitgestaltung und die Bereitschaft zu einer größeren Veränderung waren zentrale Voraussetzungen für die erfolgreiche Integration der Robotik – sowohl technisch als auch kulturell.

Die medizinischen Technologen für Laboratoriumsanalytik im Vivantes Klinikum im Friedrichshain brachten viel Geduld, Engagement und Expertise mit und ließen sich offen auf den Wandel ein. So wurde nicht nur ein innovativer Technologiewechsel ermöglicht, sondern auch ein nachhaltiger Transformationsprozess im Arbeitsalltag.

Der Einsatz von Robotik im Krankenhauslabor ist nicht nur ein technologischer Fortschritt, sondern auch ein Ausdruck gelebter Innovationskultur. Damit Roboter im Arbeitsalltag keine Fremden bleiben, sondern zu „Kollegen“ werden können, braucht es neben durchdachter Technik vor allem: Vertrauen, Beteiligung und Dialog. ■

www.laborberlin.com |

Ein breites Bündnis aus akademischer Wissenschaft und forschender Industrie will den Weg für eine national übergreifende „Biobank-Plattform für Deutschland“ ebnen. Auf ein umfassendes Konzept dafür haben sich das Netzwerk Universitätsmedizin (NUM) mit dem German Biobank Network (GBN), die Pharmaverbände vfa und BPI, die Fraunhofer-Gesellschaft, der Verband

der Diagnostica-Industrie (VDGH), der Biotechnologie-Branchenverband BIO Deutschland, die Deutsche Hochschulmedizin und die TMF – Technologie- und Methodenplattform für die vernetzte medizinische Forschung verständigt. Ihr Ziel ist es, Millionen in Deutschland lagernde Gewebe- und Flüssigproben sowie abgeleitete Daten über eine zentrale digitale Plattform für die medizinische Forschung

bereitzustellen und dabei höchste Qualitäts-, Datenschutz- und Ethikstandards zu gewährleisten. Dies schafft die Grundlage für modernste Diagnostik, personalisierte Therapien und innovative Präventionsstrategien, von denen Patienten profitieren.

Mit den neun mitwirkenden Organisationen und Institutionen stehen alle Standorte der Universitätsmedizin und über 500 Unternehmen aus Biotechnolo-

gie, Diagnostik und Pharma hinter dem Konzept – und mithin ein Großteil derer, die zu Biobanken beitragen oder sie für Forschung nutzen wollen. Das Konzept soll nun mit dem Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) und dem Deutschen Bundestag beraten werden.

Die geplante Plattform soll eine zentrale Übersicht über die Bestände von

Bioproben und Daten geben und Forschungsanfragen koordinieren. Sie wird durch eine Servicestelle unterhalten, die einen leicht handhabbaren Nutzungsvertrag und fachliche Beratung bietet und die Daten von den einzelnen Standorten an die Nutzer vermittelt. Das Zentrum übernimmt die Zusammenführung von Sequenzdaten aus den einzelnen Standorten. So entsteht eine serviceorientierte

Infrastruktur, die sowohl die akademische Forschung als auch die Schlüsselindustrien Pharma, Biotechnologie und Diagnostik in Deutschland stärkt. ■

www.netzwerk-universitaetsmedizin.de |

## The Box

# Bereit für die Zukunft dank robotergestützter Laborautomation

Zuverlässig, kompakt und autonom: Die Automationslösung „The Box“ für kleine und mittelgroße Krankenhauslabore unterstützt Sie dabei, Abläufe in der Klinischen Chemie/Immunologie, Hämatologie und Gerinnung zu optimieren und Ihr Personal zu entlasten.

[siemens-healthineers.de/robotergestuetzte-kleinautomatisierung](https://siemens-healthineers.de/robotergestuetzte-kleinautomatisierung)

Erfahren Sie mehr über den Funktionsumfang und die Vorteile für Ihr Labor.



# Massenspektrometrie: Gamechanger der Labordiagnostik?

Die Massenspektrometrie hat sich seit einigen Jahren zu einem unverzichtbaren Werkzeug der modernen Labormedizin entwickelt.

Die Fähigkeit, Moleküle mit hoher Präzision zu identifizieren und zu quantifizieren, eröffnet eine Vielzahl diagnostischer Möglichkeiten. Welche klinische Relevanz der Methode zufällt und wie sich neue Technologien in praktische Anwendungen umsetzen lassen erläutert Prof. Dr. Michael Vogeser vom Institut der Laboratoriumsmedizin des LMU Klinikums München.

Dr. Jutta Jessen, Weinheim



Prof. Dr. Michael Vogeser

**M&K: Welche diagnostischen Fragestellungen lassen sich mit der Massenspektrometrie beantworten und welche Krankheitsbilder profitieren besonders vom Einsatz dieser Technologie?**

**Prof. Dr. Michael Vogeser:** Die in der Labormedizin im Bereich der Klinischen Chemie heute am weitesten verwendete Technologie ist die Flüssigkeitschromatographie-Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS). Sie ist besonders gut dafür geeignet, „kleine Moleküle“ (das heißt unter einem Atomgewicht von etwa 1.500) in diagnostischen Proben zuverlässig zu quantifizieren. Dazu gehören zum einen endogene Biomarker verschiedenster Stoffwechselwege (wie Hormone), zum anderen Substanzen, die von außerhalb in den Körper gelangen, die Xenobiotika. Die potentiellen Anwendungsbereiche sind damit sehr breit und betreffen einen großen Teil der Medizin; insbesondere die klinische Pharmakologie kann durch die Messung von Arzneimittelspiegeln und angepasster Dosis-Individualisierung potentiell sehr stark von der MS profitieren. Die qualitative Analyse von Peptiden und Proteinen mit Hilfe der Flugzeit-Massenspektrometrie (TOF) besitzt inzwischen eine essentielle Bedeutung in der mikrobiologischen Diagnostik zur Identifikation von Erregern.

Ein gutes Beispiel für echten Zusatznutzen der Massenspektrometrie in der Diagnostik ist die Messung von Methylmalonsäure, MMA. Das ist der anerkannte Goldstandard für die Erfassung eines funktionellen Vitamin B12-Mangels, bei dem es zu erhöhten MMA-Konzentrationen in Blut und Urin kommt. Das Molekül ist so klein und so niedrig konzentriert, dass alleine massenspektrometrische Techniken zur Messung eingesetzt werden können. Aufgrund der bislang stark begrenzten Verfügbarkeit der MS in Routinelabors führt die MMA bislang quasi ein Schattendasein, obwohl sie diagnostisch der Vitamin B12-Messung mittels vollautomatisierter Ligandenassays klar überlegen ist.

**Ein zentrales Einsatzgebiet der Massenspektrometrie ist das Therapeutische Drug Monitoring. Welche Rolle spielt die Massenspektrometrie dabei?**

**Vogeser:** Für die Messung von niedermolekularen Pharmaka ist die LC-MS/MS-Technik (Flüssigkeitschromatographie-Tandem-Massenspektrometrie) klar als die bestmögliche heute verfügbare Technik zu bezeichnen. Sie ist extrem spezifisch, kann einzelne Metabolite eines Arzneistoffs sicher unterscheiden, ist extrem robust gegenüber Störfaktoren; die Technik ist für praktische alle Substanzen anwendbar, erlaubt potentiell die simultane Erfassung und Quantifizierung von hunderten von Substanzen in einem kurzen Analysenlauf. Die MS erlaubt Matrix-unabhängige Analysen z.B. auch in Liquor oder Gewebesedimenten und dies mit im allgemeinen sehr geringen erforderlichen Probenvolumina. Damit ist die Technik zur Messung kleiner Moleküle in vielen Aspekten den bisherigen Standardtechniken Photometrie und Immunoassay prinzipiell überlegen. „Große“ Moleküle wie Biologika sind eher Ziele für Immunoassay. Das zeigt klar: die Massenspektrometrie ist eine komplementäre Technik, in Ergänzung der bereits bisher sehr leistungsfähigen Verfahren im Routinelabor. Sie wird keine der etablierten Techniken überflüssig machen.

**Die personalisierte Medizin verfolgt das Ziel, Therapien individuell auf den einzelnen Patienten abzustimmen. Die Massenspektrometrie spielt dabei eine**

**zunehmend wichtige Rolle. Inwiefern unterstützt die Technologie die Entwicklung der personalisierten Medizin?**

**Vogeser:** Das Konzept des Therapeutischen Drug Monitoring (TDM) ist es, anhand der gemessenen Blutkonzentrationen eines Arzneimittels, dessen Dosierung individuell anzupassen. Das ist insbesondere wichtig bei Arzneimitteln, deren Wirkung nicht direkt erfasst werden kann (wie das z.B. für Blutdrucksenker mit der Blutdruckmessung möglich ist), die interindividuell unterschiedlich verstoffwechselt werden, oder deren Verstoffwechslung von anderen Arzneimitteln beeinflusst wird.

Die Massenspektrometrie ist die ideale Technologie für eine sehr zuverlässige Messung der Spiegel niedermolekularer Arznei-



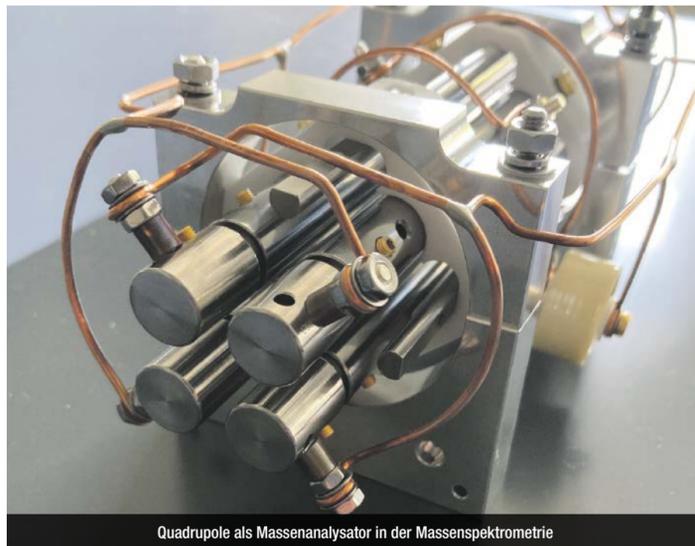
Elektrospray-Ionenquelle

## Zur Person

**Prof. Dr. Michael Vogeser** ist Arzt für Laboratoriumsmedizin und als Oberarzt am Institut für Laboratoriumsmedizin des Klinikums der LMU in München-Großhadern tätig; dort leitet er den Bereich Spezialanalytik. Seit 25 Jahren verantwortet er die massenspektrometrische Routineanalytik, die vor allem im Bereich des Therapeutischen Drug Monitorings Einsatz findet. Die Automation massenspektrometrischer Verfahren, die Translation dieser komplexen Technologien in die Routineversorgung, sowie die Qualitätssicherung und das Qualitätsmanagement in diesem Bereich stellen wesentliche Forschungsschwerpunkte von Prof. Vogeser dar.

Patienten vorhanden ist – im Grunde also ein Total Drug Monitoring. Adherence der Behandelten, korrekte Applikation, regelrechte Resorption, genetische Varianten in der Verstoffwechslung oder auch potentielle Wechselwirkungen mit anderen Fremdstoffen (Xenobiotika) sind typische Gründe, die für die Messung von des Blutspiegels eines Arzneimittels sprechen. Auch für Stoffklassen mit eher einheitlichem pharmakokinetischem Profil – wie etwa die modernen oralen Antikoagulantien – können Spiegelmessungen im Einzelfall von hoher Relevanz sein – z.B. beim Auftreten von Rezidivthrombosen bei unklarer Medikations-Adherence.

Die MS kann auch potentiell wichtige Beiträge zur Organfunktionsdiagnostik im Rahmen der personalisierten Arzneimitteltherapie leisten – z.B. durch exogene



Quadrupole als Massenanalysator in der Massenspektrometrie

mittel, und in der Regel als „Goldstandard“ hierfür zu betrachten. Essentiell ist hierbei die Technik der Stabilisotopen-Verdünnung zur internen Standardisierung. Methoden für neue Zielsubstanzen können extrem kurzfristig und flexibel entwickelt werden; viele unterschiedliche Substanzen können simultan quantifiziert werden – dabei auch Metaboliten beispielsweise von Pro-Drugs. Damit können z.T. direkt wichtige individuelle pharmakologische Aussagen gemacht werden. Außerdem ist die Technik extrem robust gegenüber Störfaktoren. Dagegen weist die Immunoassay-Technologie im Hinblick auf die Messung von niedermolekularen Arzneimitteln schwerwiegende, grundsätzliche Limitierungen auf – u.a. bezüglich der analytischen Spezifität. Entsprechend sind über die letzten Jahrzehnte kaum noch TDM-Assays auf den IVD-Markt gekommen.

Immer umfangreichere Daten sprechen für das TDM – u.a. in Neurologie und Psychiatrie – und dieser stark wachsende Bedarf wurde in den letzten beiden Dekaden praktisch ausschließlich durch die Anwendung von MS-Methoden in recht wenigen Speziallaboren adressiert. Damit hat die MS also bereits ihre wesentliche Rolle in der Weiterentwicklung der personalisierten Medizin demonstriert.

Dringlichkeit und klinischer Nutzen eines TDM unterscheiden sich zweifellos zwischen verschiedenen Substanzgruppen, aber grundsätzlich gibt es für praktisch jedes Arzneimittel Gründe, die für die Verfügbarkeit von Spiegelmessungen sprechen. Im 21. Jahrhundert kann es eigentlich als legitime Anforderung der Medizin betrachtet werden, bei jeder unserer großteils hochwirksamen Substanzen verifizieren zu können, ob eine adäquate Menge des Stoffes zur richtigen Zeit im richtigen

Testsubstanzen, wie Iohexol in der Nierenfunktionsdiagnostik bei nephrotischen Behandlungsregimen v.a. in der Onkologie; oder auch potentiell mit anderen Testsubstanzen für eine pharmakogenetische / metabolische Phänotypisierung oder als enterale Resorptionstests.

**Können Sie ein konkretes Beispiel nennen, wie die Massenspektrometrie dazu beigetragen hat, eine Therapie individuell anzupassen oder zu optimieren?**

**Vogeser:** Das passiert täglich tausendfach in TDM-Laboren u.a. der großen Laborverbände und v.a. auch in vielen Uniklinik-Laboren. In diesen spezialisierten, zentralisierten Diagnostiklaboren stellt die Massenspektrometrie inzwischen die Kern- und Standardtechnologie für das spezielle TDM dar. Adressierte werden u.a. die immunsuppressive Dauerbehandlung in der Transplantationsmedizin, die Einstellung von Patienten mit Krampfleiden, sowie die Behandlung mit hochaktiven Psychopharmaka. Hier werden z.B. Rapid- oder Poor-Metabolizer identifiziert, oder Adherence-Probleme bei unerwartet geringem Therapieerfolg aufgedeckt. Bei Patienten nach Nieren-, Herz- oder Lebertransplantation unterscheidet sich die notwendige Dosierung des wichtigsten Immunsuppressivums Tacrolimus zur Aufrechterhaltung ausreichender Blutspiegel von Patienten zu Patienten etwa im Verhältnis 1 zu 10. „One-size-fits-all“ – für einen großen Teil der Arzneimittel gilt dies keineswegs. Nur mit einem analytisch sehr zuverlässigen TDM zur individualisierten Immunsuppression konnten die heute üblichen geringen Abstoßungsraten nach Organtransplantationen erreicht werden.

In der Intensivmedizin führt ein breiter angewandtes TDM bereits zu Anpassungen in der allgemeinen Dosierungspraxis

von Antibiotika. So konnten wir zuletzt aus den Daten unserer Routineanalytik für Antimykotika schlussfolgern, dass die vom Hersteller empfohlenen Dosierungen bei einem Großteil der kritisch kranken Patienten zu Blutkonzentrationen unterhalb der Effektivitätsgrenze führen.

Das zentrale Problem für die heutigen spezialisierten MS-Labore im TDM ist der zunehmende Fachkräftemangel; die Analytik ist extrem komplex und wird nur von wenigen Technologien beherrscht. Eine „flächendeckende“ Ausweitung des TDM-Service – z.B. in den Bereich der Onkologika – ist vor diesem Hintergrund mit den bisherigen, konventionellen MS-Verfahren schwer vorstellbar. Vielmehr gilt: der zunehmende Fachkräftemangel gefährdet auch das bisher Erreichte, das heißt die Versorgung von Patienten durch Analysen in MS-Speziallaboren. Ich überblicke jetzt ein Vierteljahrhundert klinische MS-Anwendung und dabei muss leider festgestellt werden, dass die Bedienerfreundlichkeit der konventionellen Systeme von den Herstellern in keiner Weise verbessert wurde. Noch immer ist es jeden Tag und jede Woche wieder eine Herausforderung, die komplexen Analyseverfahren eines TDM-MS-Labors in einem hochspezialisierten Team am Laufen zu halten.

**Kürzlich hat Roche das weltweit erste vollautomatisierte Massenspektrometrie-System für Routinelabore vorgestellt. Welche Veränderungen bringt diese neue Technologie für den klinischen Alltag?**

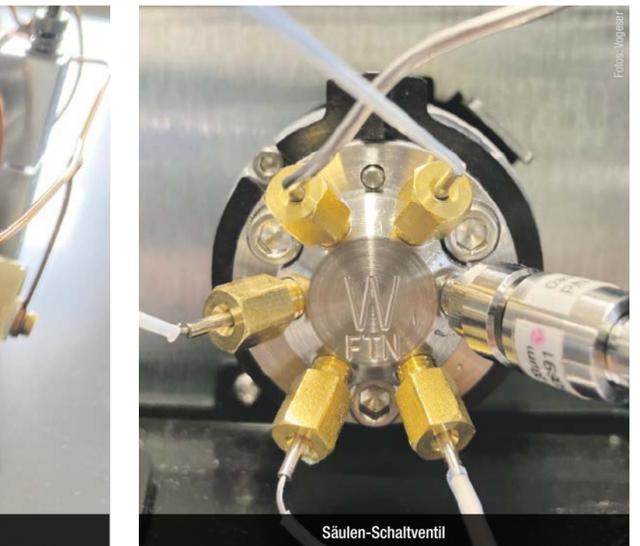
**Vogeser:** Das wesentlich Neue an diesem System ist, dass es den Einsatz der Massen-

spektrometrie mit ihren erwähnten vielfältigen Vorzügen in einem „24-7“-Routinelabor möglich macht. Das beruht insbesondere auf der vollständigen Automation der Probenvorbereitung; bahnbrechend ist hierbei die Anwendung oberflächen-spezifischer Mikropartikel für die Extraktion der Zielanalyte gewesen. Das Kalibrations- und Reagenzienkonzept entspricht dem Standard, den wir von Photometrie- bzw. Immunoassay-Analysensystemen kennen. Die Bedienerfreundlichkeit ist auf einem Niveau, das keinerlei Massenspektrometriekenntnisse mehr erforderlich macht. Die Bedienung ist quasi „technologie-neutral“ geworden und stellt keine speziellen Anforderungen mehr, die über die von gegenwärtigen Standardplattformen im medizinischen Routinelabor hinausgehen. Während bislang MS-Anwendungen typischerweise in spezialisierten Laborbereichen durch langfristig erfahrene Mitarbeitende weitgehend wochentäglich zu Regelarbeitszeiten erfolgt, erlaubt das System von Roche nun den Einsatz der MS auch im Notfalllabor-Kliniklabor-Bereich rund um die Uhr.

Aufgrund der hohen Anforderungen an personelle aber u.a. gebäudetechnische Ressourcen war bislang die Anwendung der Massenspektrometrie nur für sehr wenige Kliniken realisierbar. Die Hürde zur Implementierung dieser Technik ist mit dem neu eingeführten System aus technologischer Sicht nun grundsätzlich sehr stark gesenkt worden.

**Wie sehen Sie die Rolle der Massenspektrometrie im Kontext von Point-of-Care-Diagnostik oder dezentralen Laborstrukturen?**

**Vogeser:** Ein vollautomatisiertes MS-Analysesystem wie Roche Cobas i601 zielt insbesondere auch auf die Zentrallabore von Schwerpunktkliniken ab. Wenn man betrachtet, dass gegenwärtig auch diese



Säulen-Schaltventil

Schwerpunktkliniken einen wesentlichen Teil der TDM-Analytik in teils weit entfernte Speziallabore beauftragen müssen, ist Cobas i601 ein wesentlicher Fortschritt im Hinblick auf Dezentralisation – Kliniklabore können damit potentiell die Rate der Versandanforderungen reduzieren.

Allerdings gilt: auch wenn das Zentrallabor einer Großklinik MS-Analysen vor Ort anbieten kann, so kostet der innerklinische Probentransfer und die Präanalytik potentiell wertvolle Zeit – vor allem wenn man an die Optimierung von Antibiotika-Behandlungen denkt, die zunehmend in der Form von kontinuierlicher Gabe mittel Perfusor erfolgt. Hier würde langfristig betrachtet sicherlich eine Analytik, die ebenso unverzüglich verfügbar ist, wie es heute für Blutgasanalysen auf Intensivstationen gilt, einen weiteren Fortschritt bedeuten, der sich letztlich in verbesserten Behandlungserfolgen widerspiegeln kann.

Massenspektrometrie im POCT-Format ist noch Zukunftsmusik aber durchaus vorstellbar. Mobile MS-Systeme unterschiedlicher Bauart sind in der Sicherheitstechnik bereits weltweit lange im Einsatz. Quantitativ arbeitende Tandem-MS-Module sind mittlerweile nicht mehr viel größer als ein Schuhkarton. MS-Analyse von Einzelproben (statt von Probenserien wie im Zentrallabor) ohne dezidierte Automation, bzw. mit miniaturisierter Automation als „Lab-on-the-Chip“ könnten nach meiner Einschätzung relativ kurzfristig technisch realisiert werden. Dies würde der Arbeitsweise von heutigen POCT-Systemen in der Intensiv- bzw. Akutmedizin entsprechen.

**Welche weiteren klinischen Parameter könnten künftig mittels Massenspektrometrie analysiert werden?**

**Vogeser:** Das kurz- und mittelfristig attraktivste und wichtigste Anwendungsfeld der MS ist meines Erachtens wie gesagt gegenwärtig klar das TDM niedermolekularer Arzneimittel. Dort sollten insbesondere neu in die Anwendung kommende Antibiotika schnell abgebildet werden, um ihren möglichst effektiven Einsatz zu unterstützen. Vor dem Hintergrund der globalen Resistenzproblematik ist das sehr wichtig. Ein bislang wenig adressiertes Feld sind die Onkologika. Hier ist eine große Zahl von oralen Wirkstoffen verfügbar geworden, bei denen Arzneimittelinteraktionen und Adherence-Probleme von hoher Relevanz sein können. Für das TDM von Biologika – dem bei weitem kostenintensivsten Bereich des Arzneimittelsektors – erscheinen mir dagegen Immunoassays in der Regel als die überlegene Technik. Hier besteht m.E. ein sehr großer Nachholbedarf und wesentliches, klinisch relevantes Entwicklungspotential.

Insgesamt geht es um viele hundert Substanzen, für die nach meiner Einschätzung im Interesse der Patienten möglichst bald routinemäßige Analysemethoden eingeführt werden sollten.

Metabolomics, und allgemeiner „omics“-Ansätze sind seit mindestens zwei Jahrzehnten quasi „in aller Munde“. Allerdings werden die Begrifflichkeiten hierbei oft unscharf verwendet. Man kann Metabolomics-Analysen charakterisieren als Analysen, bei denen simultan zahlreiche Stoffe aus unterschiedlichen Stoffwechselwegen erfasst werden, und bei denen nicht nur Einzelkonzentrationen ausgegeben werden, sondern diagnostische

# Einfacher Bluttest kann den Verlauf von Nierenerkrankungen vorhersagen

Ein Forscherteam der Universität zu Köln hat einen neuartigen Ansatz entwickelt, um anhand von Blutproben vorherzusagen, wie schnell eine Nierenerkrankung fortschreiten wird.

Anna Euteneuer, Universität zu Köln

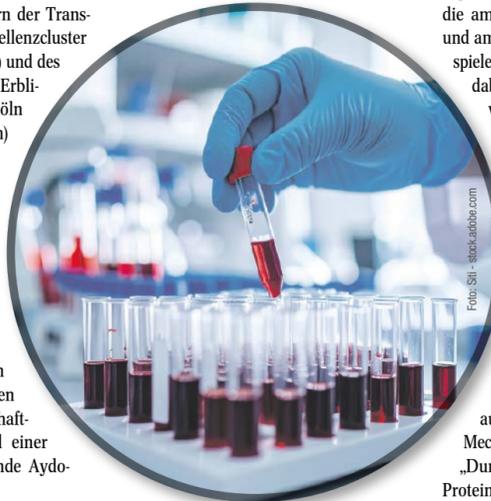
Die Wissenschaftler entdeckten 29 Proteine, die mit der Abnahme der Nierenfunktion zusammenhängen. Die autosomal-dominante polyzystische Nierenerkrankung (ADPKD) ist die häufigste Erbkrankheit, die zu Nierenversagen führen kann. Eine genaue Vorhersage des Krankheitsverlaufs ist sehr wichtig, um die richtigen Behandlungsmethoden zu wählen und Patienten wirksam zu beraten. Die bisher verfügbaren Prognoseinstrumente sind jedoch nicht sehr genau. Zudem erfordern sie MRT-Bilder oder genetische Untersuchungen, die nicht immer umsetzbar sind. Ein Forschungsteam der Universität zu Köln hat eine neue Methode zur Identifizierung von Biomarkern entwickelt, die am Fort-

schreiten des Krankheitsverlaufs beteiligt sind. Die Studie wurde in Nature Communications veröffentlicht.

In der Studie untersuchten die Forscher Proteine im Blut, um herauszufinden, ob sich damit das Fortschreiten der Krankheit besser voraussagen lässt. Das Team bestand aus Wissenschaftlern der Translationalen Nephrologie (Exzellenzcluster für Altersforschung CECAD) und des Zentrums für Seltene und Erbliche Nierenerkrankungen Köln (Universitätsklinikum Köln) unter der Leitung von Prof. Dr. Roman-Ulrich Müller, in Zusammenarbeit mit der Gruppe Computational Biology of Ageing am Zentrum für Molekulare Medizin Köln (CMMC) unter der Leitung von Dr. Philipp Antczak. Die Arbeit ist das Ergebnis einer engen Zusammenarbeit zwischen einer klinischen Wissenschaftlerin, Dr. Sita Arjune, und einer Datenwissenschaftlerin, Hande Aydoğan Balaban.

## Proteombasiertes Vorhersagemodell

Mithilfe der Massenspektrometrie erstellte das Team das Proteom – eine Liste aller Proteine, die in Blutproben von Patienten



einer der weltweit größten und am besten untersuchten ADPKD-Kohorten nachgewiesen wurden. Durch die Integration einer neuartigen Roboter-Pipeline in diesen Prozess analysierten sie mehr als 1.000 Proben und erstellten ein proteombasiertes Vorhersagemodell. Sie identifizierten 29 Proteine, die am Immunsystem, am Fetttransport und am Stoffwechsel beteiligt sind. Damit spielen sie auch eine entscheidende Rolle dabei, wie schnell die Nierenfunktion von Jahr zu Jahr abnimmt.

„Unsere Studie zeigt, dass Blutproteine aussagekräftige Hinweise darauf geben können, wie schnell die Nierenfunktion wahrscheinlich abnimmt. Das ermöglicht eine individuellere Behandlung von ADPKD, einer der häufigsten genetischen Ursachen für Nierenversagen“, sagt Prof. Dr. Roman-Ulrich Müller. Die Proteomikdaten liefern nicht nur Biomarker, sondern auch wichtige Informationen über die Mechanismen, die ADPKD vorantreiben. „Durch die Identifizierung spezifischer Proteine, die mit dem Krankheitsverlauf

zusammenhängen, haben wir einen wichtigen Schritt in Richtung einer genaueren und früheren Vorhersage gemacht. Diese Methode übertrifft die Leistungsfähigkeit der aktuell eingesetzten klinischen Instrumente“, fügt Müller hinzu.

Die Wissenschaftler wollen nun untersuchen, wie aktuelle Behandlungsmethoden

die Proteom-Muster von Patienten beeinflussen, und neue proteombasierte Marker entwickeln, die die klinische Routineversorgung verbessern können.



www.uni-koeln.de |

# Krankheitserreger binnen Minuten statt Tagen identifizieren

Bei der Diagnose von Krankheiten sind Schnelligkeit und Zuverlässigkeit von entscheidender Bedeutung. Forscher der Technischen Universität München (TUM) und des Imperial College London haben eine neue Methode entwickelt, um Bakterien mit bislang ungekannter Geschwindigkeit zu identifizieren. Damit kann die Wartezeit von bislang mehreren Tagen auf wenige Minuten beschleunigt werden.

Traditionell erfolgt die Diagnose von bakteriellen Erkrankungen über das langwierige Isolieren der Erreger und Anlegen von Bakterienkulturen. Wartezeiten von mehreren Tagen sind hier die Regel. Erst danach kann mit der gezielten Behandlung der Erkrankung begonnen werden. Das Team um Nicole Strittmatter, Professorin für Analytische Chemie an der Technischen Universität München, und Dr. James S. McKenzie (Imperial College London) nutzt für seinen innovativen Ansatz die Massenspektrometrie. Damit konnten die Forscher direkt in Gewebe- und Stuhlpro-

ben spezifische Stoffwechselprodukte von Bakterien identifizieren.

Kernstück des Verfahrens ist eine Datenbank, in der bislang 232 medizinisch besonders wichtige Bakterienspezies und ihre Stoffwechselprodukte verzeichnet sind. Aus dieser werden Biomarker hergeleitet, die dann zur direkten Detektion bestimmter Bakterien verwendet werden können. Unter den mit der neuen Methode identifizierbaren Bakterien sind klinisch extrem bedeutende Erreger, die beispielsweise Magenkrebs auslösen können, für bestimmte Lungen- und Hirnhautentzündungen verantwortlich sind, mit Frühgeburten in Zusammenhang stehen sowie Gonorrhö oder Blutvergiftungen verursachen können.

## Bakterien-Datenbank weiter ausbauen

Erstautorin Wei Chen, Doktorandin am Department of Bioscience der TUM School

of Natural Sciences in Garching, betont: „Unser innovativer Ansatz besteht darin, nicht direkt nach den krankmachenden Bakterien zu suchen, sondern lediglich nach ihren Stoffwechselprodukten. Das ermöglicht uns einen indirekten, aber sehr viel schnelleren Nachweis.“

Prof. Nicole Strittmatter sieht darüber hinaus große Chancen für die Nutzung in der personalisierten Medizin, bei der die Therapie exakt auf die jeweiligen Betroffenen abgestimmt wird: „Dies ist eines der wichtigsten Zukunftsthemen in der Biotechnologie und Medizin. Durch zielgenaue Interventionen lässt sich die Chance auf einen Behandlungserfolg dramatisch verbessern. Als Analytiker entwickeln wir für die Mediziner hierfür moderne Werkzeuge und Methoden.“

Nun gilt es die Biomarker-Datenbank weiter auszubauen, um den regelmäßigen Einsatz der neuen Methode in der klinischen Praxis zu ermöglichen. Insgesamt sind den Forschern zufolge über 1.400

bakterielle Krankheitserreger bekannt und beschrieben. Deren spezifische Stoffwechselprodukte sollten nun erfasst und ebenfalls aufgenommen werden.

www.tum.de |



Foto: MP Studio - stock.adobe.com

# Labordiagnostik als ärztlich verantwortetes Fach

Um die Bedeutung der medizinischen Labordiagnostik als ärztlich verantwortetes Fach mit Blick auf künftige Herausforderungen weiter zu verbessern, werden Eckpunkte zur Orientierung aufgezeigt.

Dr. Michael Müller, ALM – Akkreditierte Labore in der Medizin, Berlin



Dr Michael Müller

Erfolgsfaktoren für die internationale hohe Anerkennung der Medizin „Made in Germany“ sind die gesetzlich verankerte (fach-)ärztliche Verantwortung für die Versorgung, ein flächendeckender Zugang zu stationärer und ambulanter Versorgung sowie eine breite Trägerstruktur der Einrichtungen des Gesundheitswesens.

Dies gilt auch für die medizinische Labordiagnostik mit den fachärztlichen Disziplinen Laboratoriumsmedizin, Mikrobiologie, Virologie und Infektionsepidemiologie, Transfusionsmedizin und Humangenetik sowie Pathologie. Sie alle nehmen in der medizinischen Versorgung eine wichtige Rolle ein. Sektorenübergreifend sichert die medizinische Labordiagnostik ambulant wie stationär den medizinischen Bedarf an In-vitro-Labordiagnostik ab. Die ärztlich verantwortete medizinische Labordiagnostik ist unverzichtbar für eine qualitativ hochwertige Patientenversorgung. Sie liefert präzise Antworten und Diagnosen genau dann, wenn sie gebraucht werden. Besonders während

der COVID-19-Pandemie wurden die international vielfach hoch anerkannten Stärken der in Deutschland etablierten fachärztlichen Laborstrukturen für eine rasche, bedarfsgerechte, effiziente und insbesondere auch qualitätsgesicherte Labordiagnostik deutlich. Um das Erreichte mit Blick auf künftige Herausforderungen weiter zu verbessern, können die folgenden Eckpunkte zur Orientierung dienen:

## 1. Wertschätzung und Anerkennung bedeutsam

Die medizinische Labordiagnostik ermöglicht die Teilhabe an einer angemessenen individuellen medizinischen Versorgung. Erst mit den Möglichkeiten der In-Vitro-Dia-

gnostik der fachärztlichen medizinischen Labordiagnostik sind die große Mehrheit der Erkrankungen und nahezu alle Seltene Erkrankungen diagnostizierbar. Die Patientenversorgung mit labordiagnostischen ärztlichen Leistungen ist daher eine zentrale Voraussetzung einer verantwortungsvollen Gesundheitsversorgung.

Die Zusammenarbeit der Fachkräfte der medizinischen Labordiagnostik mit den ärztlichen Kollegen ambulant und stationär ist wichtiger Impulsgeber und sorgt für eine der Entwicklung der Medizin angepasste medizinische Indikationsstellung und Auswahl der richtigen patientenindividuellen labordiagnostischen Strategie und Therapie.

Die Anerkennung dieser besonderen Bedeutung der medizinischen Labordiagnostik in der Medizin ist von großer Bedeutung. Die medizinische Labordiagnostik ist zudem hochinnovativ und damit Treiber einer stetigen Verbesserung der medizinischen Möglichkeiten in Diagnostik und Therapie.

## 2. Stabile und verlässliche Rahmenbedingungen

Die Entwicklung der medizinischen Labordiagnostik in Richtung „Companion Diagnostics“ und „individualisierte Therapiesteuerung“ bestätigt die Bedeutung der etablierten, effizienten flächendeckenden und wohnortnahen ambulanten wie stationären Versorgungsstrukturen in der Labordiagnostik. Hierzu zählen fachärztliche Labore in Kliniken unterschiedlicher Größe und Versorgungsgrade ebenso wie in der ambulanten Versorgung von der Gemeinschaftspraxis über Verbundstrukturen bis hin zu über-

regional tätigen leistungsstarken Unternehmensstrukturen mit breiter Trägerstruktur.

Die medizinische Labordiagnostik trägt dazu bei, Ressourcen im Gesundheitswesen zu schonen und bedarfsgerecht bereitzustellen. Eine ausgeklügelte Logistik und der professionelle Einsatz digitaler Instrumente auch in strukturschwachen Regionen sichern Qualität und garantieren Sicherheit für eine patientenorientierte Versorgung.

Verlässliche Rahmenbedingungen bedingen die Planbarkeit der Ressourcen, Kostenerstattungen und Honorare für die Ärzteschaft und Gesundheitswirtschaft. Die Ausgestaltung der Finanzierung der Patientenversorgung ist am medizinischen Bedarf auszurichten und hat die Anforderungen an Labore als kritische Infrastrukturen zu berücksichtigen.

Die Laborreform 2025 und die geplante Reform der Gebührenordnung (GOÄ) bedeuten einen der größten Einschnitte seit vielen Jahren für die fachärztlichen Labore. Sie sind anzupassen, um negative Auswirkungen auf die Patientenversorgung zu vermeiden, denn diese Reformen bewirken für die fachärztlichen Labore deutlich schlechtere finanzielle Rahmenbedingungen bei erheblich steigenden Kosten. Das gefährdet deren Existenz, insbesondere in der Fläche.

Aufgrund ihrer zentralen Bedeutung sollte die medizinische Labordiagnostik als versorgungsbereichsübergreifend verstanden und entsprechend finanziert werden. Um den niedrigschwelligen Zugang der Versicherten im Rahmen von Prävention zur bestmöglichen Versorgung sicherzustellen,

sollte der bestehende Überweisungsvorbehalt der Labore aufgehoben und der direkte Zugang für gesetzlich Versicherte möglich werden.

## 3. Erhalt der diagnostischen Fachgebiete

Die medizinische Versorgung wird in erster Linie durch Ärzte in Klinik und Praxis verantwortet, auch in der medizinischen Labordiagnostik. Der Erhalt des Arztvorbehaltes für die Anwendung von In-vitro-Diagnostika, ist sachgerecht und erforderlich für die Sicherstellung der flächendeckenden und wohnortnahen Versorgung oder einen niedrigschwelligen Zugang von Patienten zur Diagnostik. COVID-19-Pandemie hat gezeigt, dass die Aufhebung des Arztvorbehaltes für diagnostische Leistungen nicht dazu beigetragen hat, sie einzudämmen.

## 4. Ausbildung nichtärztlicher Fachkräfte

Der Bedarf an nichtärztlichen Fachkräften für die sich dynamisch entwickelnde medizinische Labordiagnostik erfordert attraktive Ausbildungs- und Beschäftigungsmöglichkeiten mit attraktiven Entwicklungsmöglichkeiten für die junge Generation. Hierzu gehört die Förderung der Durchlässigkeit der medizinischen Assistenzberufe. Dies gelingt durch bessere Finanzierung und Förderung der erforderlichen Aus- und Weiterbildungsrichtungen auf Landes- und Bundesebene.

## 5. Verbesserungsbedarf bei Digitalisierung

Es gibt weiterhin erheblichen Nachhol- und Verbesserungsbedarf in der Digitalisierung

des Gesundheitswesens durch Verbesserung der Interoperabilität, Standardisierung von Datenstrukturen und Datenkommunikation, Ausbau von Datennetzen mit hoher Datenübertragungsraten und besonderer Datensicherheit zum Schutz vor externen Angriffen und einem ausgewogenen Datenschutz. Die fachärztlichen Labore sind bei der Patientenversorgung Vorreiter in der Entwicklung, Etablierung und auch Unterstützung von digitalisierter Kommunikation mit Arztpraxen, Krankenhäusern und weiteren Einrichtungen im Gesundheitswesen. Die bereits initiierten Projekte und Entwicklungen sind rasch voranzutreiben und auf der Grundlage gemachter Erfahrungen weiter zu verbessern. ■

www.alm-ev.de |

## Termin

### Deutscher Kongress für Laboratoriumsmedizin

Symposium des ALM  
„Qualitätssicherung in der medizinischen Labordiagnostik: Anspruch, Wirklichkeit und Perspektiven“  
23. Oktober, 09:00-10:15 Uhr

Vor Ort und online

Impulsreferate und anschließende Diskussion mit Dr. Michael Müller (Vorsitzender des ALM) und Prof. Dr. Jürgen Durner (Sprecher AG QM im ALM) sowie weiteren Gästen

cobas®



Nils, Forschung & Entwicklung,  
Roche Diagnostics

**cobas®** Mass Spec

# Der Start einer neuen Ära.

## Massenspektrometrie neu definiert

Eine komplett automatisierte Lösung für die klinische Massenspektrometrie im Routinelabor – entwickelt von den Pionieren der Diagnostik. Das ist **cobas®** Mass Spec. Willkommen in der Zukunft!

[roche.de/MassSpec](https://roche.de/MassSpec)



COBAS ist eine Marke von Roche.  
Roche Diagnostics Deutschland GmbH, Sandhofer Straße 116, 68305 Mannheim  
© 2025 Roche Diagnostics. Alle Rechte vorbehalten. [www.roche.de](https://www.roche.de)