



TECHNOLOGISCHE LÖSUNGEN AUS DER MEDIZIN

Eine Zukunfts-Analyse zu ausgewählten Technologie-Trends vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung in Zusammenarbeit mit den Münsterland Denkfabriken

06/2022

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	2
2	Ambient Assisted Living	3
3	Mobile Diagnostik	5
4	Telemedizin	7
5	Robotik – Carebots	9
6	Gesundheitsapps	11
7	Antibiotic Susceptibility	13
8	Mikrobiom	15
9	Epigenetik	17
10	Liquid Biopsy	19
11	Bildgebungsverfahren	21
12	KI-Entscheidungsunterstützung	23
13	Bewertung für das Münsterland	25
14	Literaturverzeichnis	27

→ **VERTIEFUNGSBERICHT**29

→ **VERTIEFUNGSBERICHT**39

Anhang:
 Vertiefungsbericht Mobile Diagnostik
 Vertiefungsbericht Telemedizin



1 EINLEITUNG

Die Medizin im 21. Jahrhundert wird sich so schnell verändern wie nie zuvor – und mit ihr das Gesundheitswesen. Bahnbrechende Entwicklungen in Forschung und Digitalisierung werden die Auswertung und Nutzung riesiger Datenmengen in kurzer Zeit ermöglichen. Das wird unsere Kenntnisse über Gesundheit und gesund sein sowie über die Entstehung, Prävention und Heilung von Krankheiten vollkommen verändern. Gleichzeitig wird sich die Art und Weise, wie Medizin praktiziert wird, fundamental verändern. Das Selbstverständnis nahezu aller Akteure wird sich rasch weiterentwickeln müssen. Das Gesundheitssystem wird in allen Bereichen umgebaut und teilweise neu erfunden werden. Digitale Transformation, Personalisierung und Prävention sind die Treiber der neuen Medizin. Um die Medizin und das Gesundheitswesen in Deutschland langfristig zukunftsfest zu machen, bedarf es vieler Anstrengungen – vor allem aber Offenheit gegenüber Veränderungen, sowie einen regulatorischen Rahmen, der ermöglicht, dass die medizinischen und digitalen Innovationen beim Patienten ankommen.

Im Jahr 2040 werden wir endgültig in der Gesundheitsgesellschaft angekommen sein. Nie zuvor hatte Gesundheit einen so hohen Stellenwert. Der Gesundheitsmarkt ist nicht nur volkswirtschaftlich längst einer der wichtigsten Eckpfeiler. Auch lokal und regional werden innovative Gesundheitsdienstleistungen unverzichtbarer Bestandteil einer modernen Daseinsvorsorge sein. Neben der öffentlichen Gesundheitsversorgung entsteht rund um Ernährung, Körper, Sport und Lebensqualität ein neuer zweiter Gesundheitsmarkt. Beschleunigt wird der Wandel durch eine zunehmende Liberalisierung und Ökonomisierung des Sektors, durch neue Technologien und wissenschaftliche Erkenntnisse – vor allem aber eine völlig neue Gesundheitskultur.

Bei der Auswahl der Zukunftsthemen wurde betrachtet, ob sich das Thema besonders dynamisch entwickelt und ob erwartet wird, dass es zukünftig große Auswirkungen auf die Bereiche Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft haben wird. Die Zukunftsthemen decken sowohl Themen ab, die bereits heute eine gewisse Relevanz für die Unternehmen in der Region Münsterland haben, als auch Themen die noch mit einer größeren Unsicherheit behaftet sind, weil sie sich noch in einem früheren Entwicklungsstadium befinden.

Für alle Technologie-Trends wird neben einer Kurzbeschreibung jeweils diskutiert, wie die Dynamik der Entwicklung zu bewerten ist, welches die wichtigsten Treiber dieser Entwicklung sind und welche Zukunftsperspektiven gesehen werden. Zur graphischen Veranschaulichung der Dynamik ist für alle Themen eine bibliometrische Auswertung der weltweiten wissenschaftlichen Publikationen auf Basis der Dimensions-Datenbank¹ dargestellt. Ergänzend werden für alle Themen Beispiele für aktuelle Entwicklungen beschrieben. Die Grafiken im Abschnitt „Zukunftspotenzial“ vermitteln eine grobe Einschätzung der Relevanz des jeweiligen Themas für die Bereiche Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft.

Die Technologie-Trends wurden in der jeweiligen Denkfabrik mit Folien vorgestellt und im Anschluss von den Teilnehmenden hinsichtlich ihrer Relevanz für die Region und des Aufwands für die Erschließung des Themas bewertet.

**ANSPRECHPARTNER:INNEN
FRAUNHOFER ISI:**

**Elna Schirrmeister,
Dr. Philine Warnke und
Jan Rörden**

¹ → <https://app.dimensions.ai/discover/publication>

2 AMBIENT ASSISTED LIVING

KURZBESCHREIBUNG

Ambient Assisted Living (AAL) umfasst Methoden, Konzepte, (elektronische) Systeme, Produkte sowie Dienstleistungen, welche das alltägliche Leben älterer und auch behinderter Menschen situationsabhängig und unaufdringlich durch ein System vernetzter Technologien unterstützen. Im deutschen Sprachgebrauch steht AAL für Alltagsgerechte Assistenzsysteme für ein gesundes und selbstbestimmtes Leben. Die verwendeten Techniken und Technologien sind nutzerzentriert, also auf den Menschen ausgerichtet und integrieren sich in dessen direktes Lebensumfeld. Die Technik passt sich folgerichtig an die Bedürfnisse des Nutzers an und nicht umgekehrt.

DYNAMIK

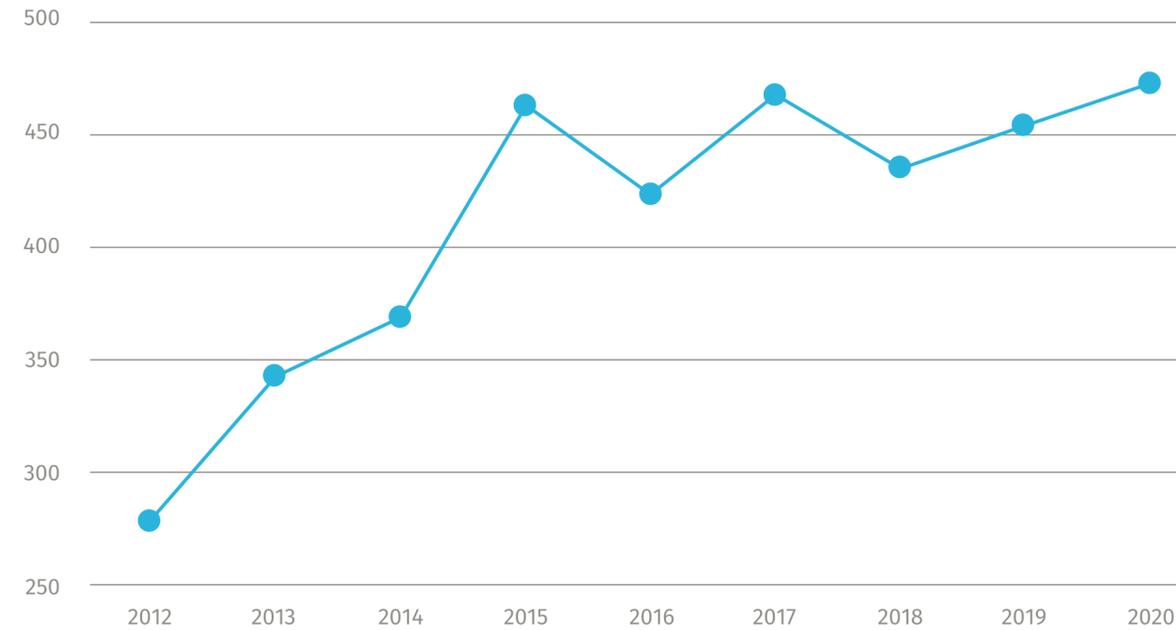
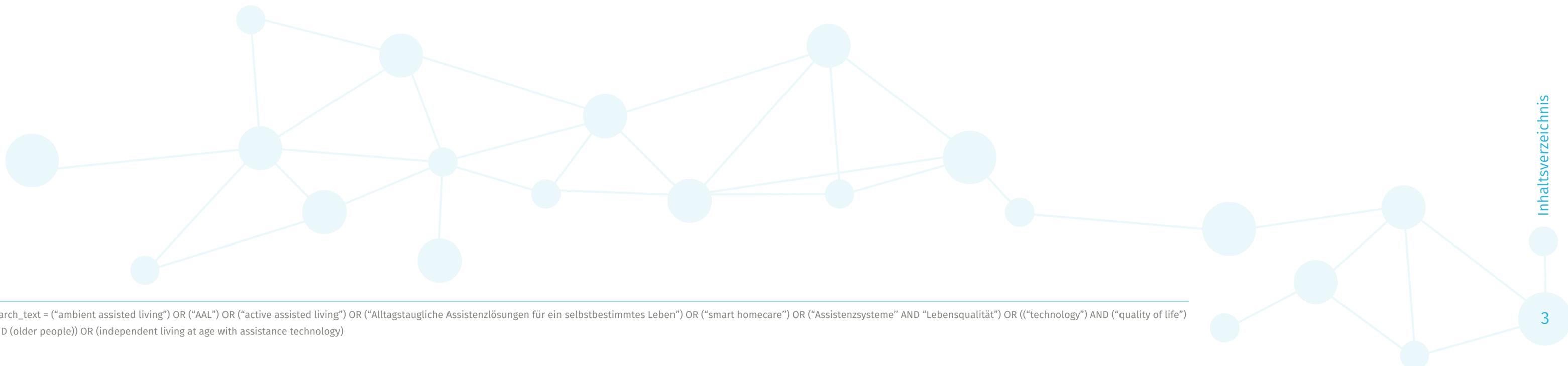


Abbildung 1: Anzahl der Publikationen pro Jahr zu Ambient Assisted Living²



² search_text = ("ambient assisted living") OR ("AAL") OR ("active assisted living") OR ("Alltagstaugliche Assistenzlösungen für ein selbstbestimmtes Leben") OR ("smart homecare") OR ("Assistenzsysteme" AND "Lebensqualität") OR (("technology") AND ("quality of life") AND (older people)) OR (independent living at age with assistance technology)

AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

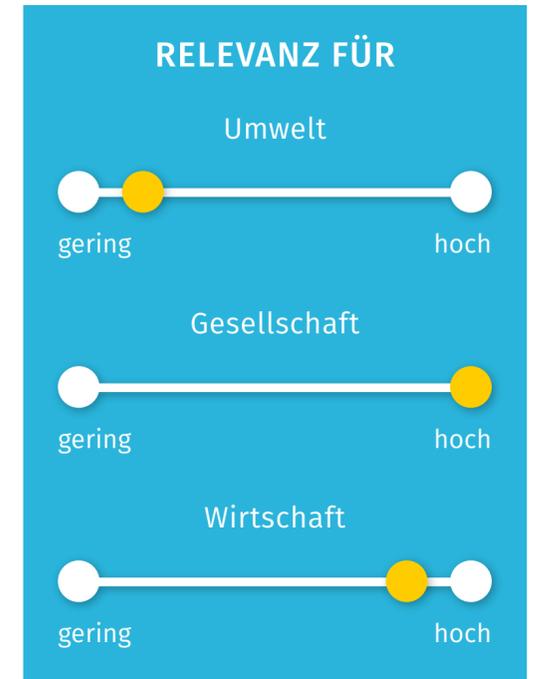
- Über Sensoren können Notfallsituationen wie Stürze oder Regungslosigkeit erkannt werden. Tragbare Messgeräte (Wearables) können Körperfunktionen überwachen und intelligente Heimautomation z.B. elektrische Geräte beim Verlassen der Wohnung ausschalten. Über Aktivitätsmonitoring kann das Nutzerverhalten analysiert und so z. B. Bewegungsmuster analysiert und die Schlafqualität ausgewertet werden, was auch Rückschlüsse auf pathologische Indikationen zulässt. KI gestützte intelligente Assistenten können sich an Nutzerbedarfe anpassen.
- Das Vermeiden und Hinauszögern des Ausbruchs von Demenz durch eine aktive und gesunde Lebensweise wird mit steigender Lebenserwartung immer relevanter. Ein gleichberechtigter Zugang zu gesundheitsfördernden Lebensstilen kann die gesundheitliche Kluft verringern. Besondere Unterstützung sollten Gruppen von Menschen mit eingeschränkten körperlichen oder geistigen Fähigkeiten erhalten.
- Wesentlicher Aspekt des Gesundheitsverbund Nord-Netzwerks ist die Förderung der Gesundheit durch schnelle und frühzeitige Diagnose mit schneller (Selbst-)Hilfe, sofortigen Behandlungen sowie der Verfügbarkeit von Wissen und Fähigkeiten für ein gesundes Leben. Im Mittelpunkt des Netzwerks stehen präventive und proaktive Ansätze, die auf einer kontinuierlichen, aktiven und automatisierten Selbstüberwachung durch den Patienten beruhen. Die Behandlung erfolgt in einem aktiven Zusammenspiel zwischen einem vertrauenswürdigen Gesundheitsspezialisten oder Maschinenexperten und dem Patienten. Die Gesundheitsversorgung ist ganzheitlich und präventiv und konzentriert sich auf das Verhalten, die Ernährung, den Beruf und den Lebensstil des Einzelnen. Persönliche genetische Informationen und Peer-Informationen von Personen mit ähnlichen Symptomen werden für Diagnose und Behandlung genutzt. Experten motivieren die Bürger zu einer aktiven, gesunden Lebensweise.

ZUKUNFTSPOTENZIAL

Zukünftig sollte neben medizinischem Fachpersonal auch künstlicher Intelligenz eine größere Rolle bei der Selbstversorgung zukommen. KI-Systeme können Patienten Entscheidungshilfen zu den Aktivitäten während der Behandlungen geben. Dazu sollten in jedem Haushalt Geräte zur ständigen Überwachung zur Verfügung stehen, damit die ersten Symptome frühzeitig erkannt werden können. Bei der Gestaltung digitalisierter Gesundheitsdaten sollte auf Privatsphäre, Datenschutz und Standardisierung geachtet werden. Ohne verlässliches vorhandenes Wissen, Expertenempfehlungen oder KI kann es bei der Selbstversorgung zu Fehlentscheidungen, unwissenschaftlichen oder ineffizienten Kuren, Fehldiagnosen und einem übermäßigen Einsatz von Medikamenten kommen, die mit proaktiver Gesundheitsförderung vermieden werden könnten.

Big Data und kontinuierliche Überwachung haben auch den Weg für eine individualisierte Medizin geebnet. Neue Technologien wie Roboterbeine, Medikamentenspender, künstliche Augen, Haushaltsroboter und distanzierte Assistenten können Menschen mit dauerhaften Einschränkungen zukünftig noch besser unterstützen. In diesem Zusammenhang sind auch ethische Auseinandersetzungen um extremere Praktiken des „Human Enhancement“ relevant. Versicherungssysteme könnten zukünftig die Teilnahme an einer kontinuierlichen kontrollierten Gesundheitsüberwachung verlangen. Überwachungsgeräte, -werkzeuge und -technologien müssen erschwinglich, zugänglich und einfach zu bedienen sein. Selbstfürsorgestrategien sind jedoch auch nicht für alle geeignet und können Menschen ohne die erforderlichen Fähigkeiten, den Willen oder die wirtschaftlichen Ressourcen zurücklassen. Vor allem auch Minderjährige können nicht der Selbstfürsorge unterworfen werden.

Obwohl die Zahl verfügbarer Produkte stetig wächst, erfolgt die Aufnahme in die Praxis nur langsam. Ein Ziel muss daher auch sein, Funktionsweisen, Einsatzmöglichkeiten und Risiken der neuen Produkte transparent zu kommunizieren. Über Human Centered Design (partizipative Forschungsansätze & Living Labs für bedarfsgerechte Mensch-Technik-Interaktion und Einbeziehung der pflegenden Angehörigen) kann die Akzeptanz für die neuen technischen Hilfsmittel gesteigert werden. Dies muss einhergehen mit Schulungen für Einrichtung und Beratung.



ZUM NACHLESEN

- [Ambient Assisted Living Deutschland \(aal-deutschland.de\)](http://aal-deutschland.de)
- [BMBF: Mensch-Technik-Interaktion im demografischen Wandel – MTIDW](#)



3 MOBILE DIAGNOSTIK

KURZBESCHREIBUNG

Point-of-Care-Tests ermöglichen es, molekulardiagnostische Untersuchungen direkt vor Ort bei den Patient:innen, z. B. bei Arzt, Apotheke, Notarztwagen oder in der Wohnung ohne den Umweg über ein zentrales Labor durchzuführen. Ein Lab-on-a-Chip (LOC) integriert Laborfunktionen wie z. B. chemische Analysen in einem einzigen Gerät mit geringen Abmessungen. LOCs, die eine Untergruppe der mikroelektromechanischen Systeme (MEMS) sind, können sehr kleine Flüssigkeitsvolumina handhaben und ermöglichen dadurch eine Analyse mit hohem Durchsatz und schnellen Reaktionen. Die Mikrofluidik, d. h. die Physik, Manipulation und Untersuchung kleinster Flüssigkeitsmengen, ist eine wichtige Grundlage der LOC-Entwicklung.

DYNAMIK

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert im Rahmen der Bekanntmachung „Mobile Diagnostiksysteme“ zurzeit elf Verbundprojekte mit dem Ziel, innovative, mobile, bioanalytische Mikrosysteme für die medizinische Diagnostik zu entwickeln. Diese Systeme sollen in marktfähige Produkte für die Bioanalytik münden. Die Begleitforschung auf dem Gebiet der mobilen Diagnostiksysteme wird gemeinsam von fünf wissenschaftlichen Partnern durchgeführt: dem Fraunhofer ISI, dem VDE, dem IMM, dem Institut für Klinische Chemie und Pathobiochemie der TU München und der Forschungsstelle für Medizinprodukterecht der Universität Augsburg.

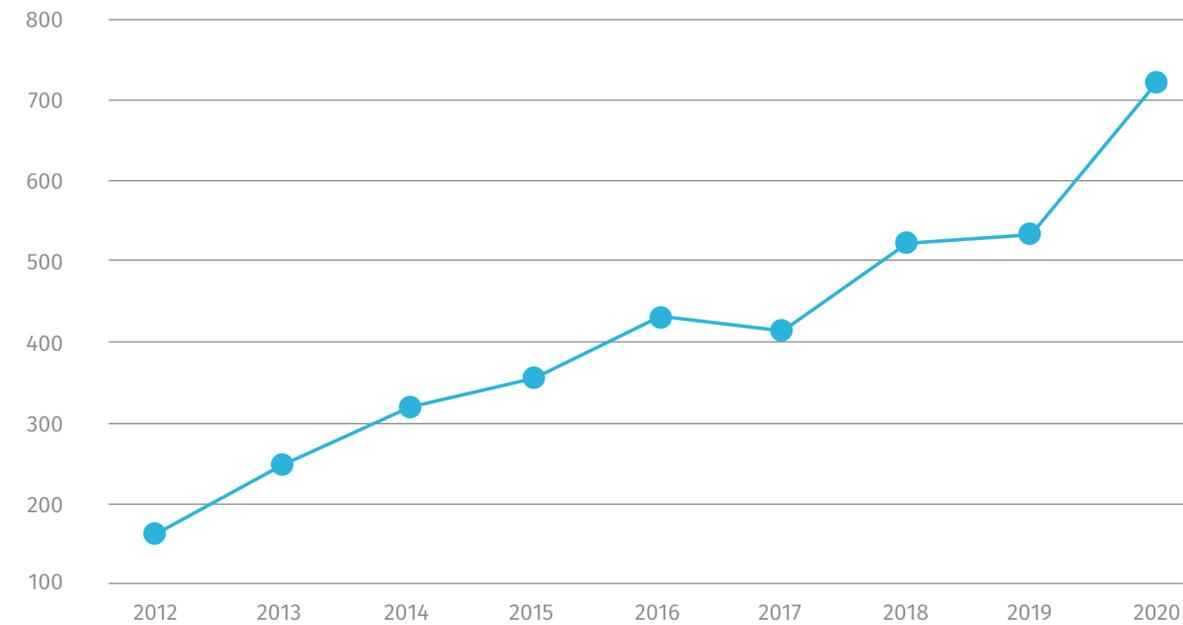
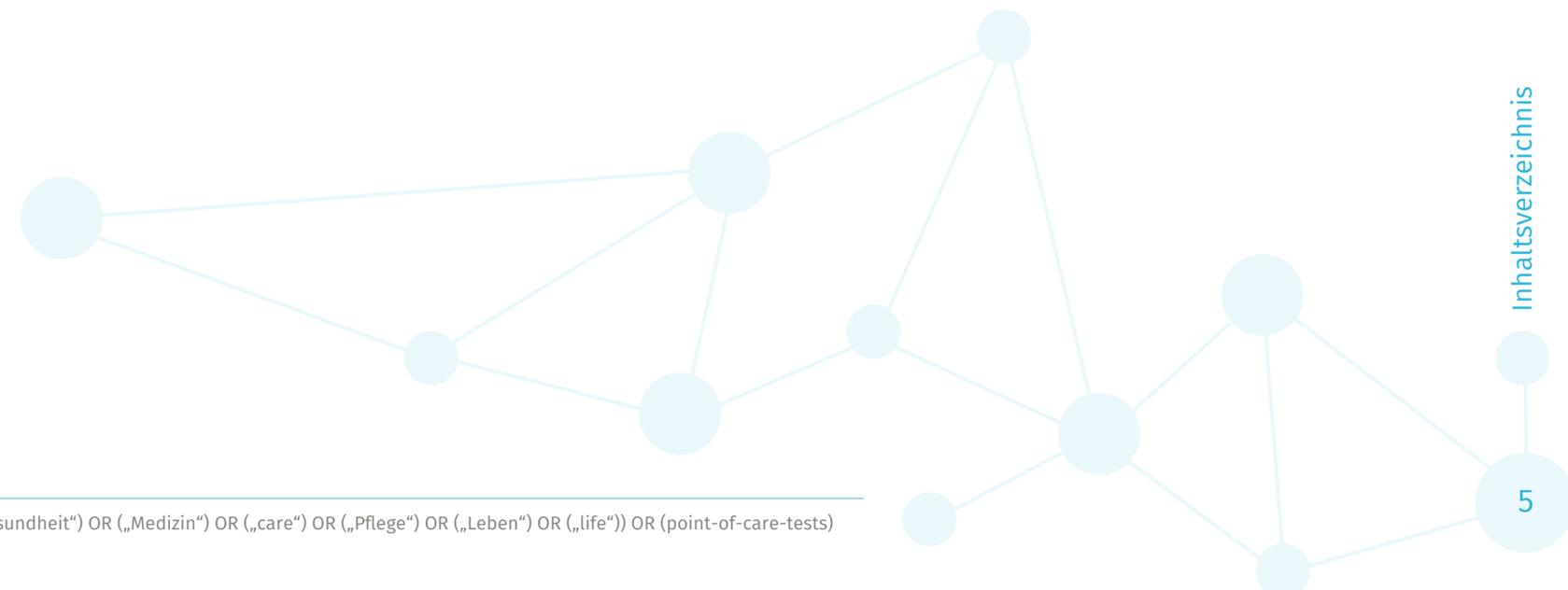


Abbildung 2: Anzahl der Publikationen pro Jahr zu Mobile Diagnostik³

³ search_text=((mobile diagnostik) OR (mobile diagnostic*) OR (mobile diagnostiksysteme) OR (mobile diagnostic systems)) AND ((„health“) OR („medicine“) OR („Gesundheit“) OR („Medizin“) OR („care“) OR („Pflege“) OR („Leben“) OR („life“)) OR (point-of-care-tests) OR (lab-on-chip) OR (lab-on-stick))

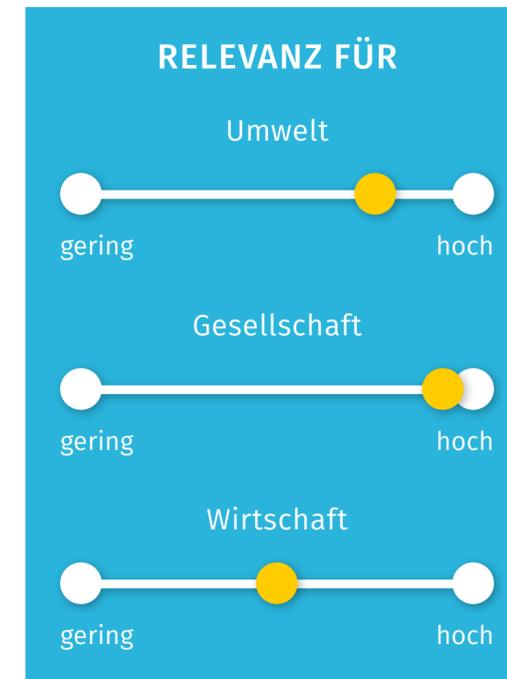


AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

- Sepsis-Früherkennung**
 Eine sehr wichtige Anwendung im Gesundheitsbereich ist die schnelle Sepsis-Erkennung. Noch immer sterben viele Menschen an einer Sepsis, weil diese nicht früh genug diagnostiziert wird. Dabei ist jede Minute wichtig für die antibiotische Behandlung. Derzeit dauern Diagnose und Behandlung mehrere Tage und können unzuverlässig sein. LOC-Systeme werden entwickelt, um Blutproben von Patienten anhand von Biomarkern zu analysieren, „um die Mikroorganismen zu erkennen, die eine Sepsis verursachen können, und haben das Potenzial, die Patientenergebnisse zu verbessern und den unangemessenen Einsatz von Antibiotika zu reduzieren“. Verschiedene PoC taugliche Systeme befinden sich aktuell in Entwicklung.
- Lab-on-a-stick**
 Ein „Lab-on-a-stick“ (LOS) ist ein Kunststoffband, das eine Anordnung von mehreren Mikro-Kapillaren enthält. Diese Teströhrchen können für Tests verwendet werden, ähnlich wie ein Peilstab, aber ihre mikrofluidischen Eigenschaften ermöglichen eine Analyse mit hohem Durchsatz. Dies verspricht einfache, schnelle und erschwingliche Point-of-Care-Tests wie z.B. Antibiotika-Empfindlichkeitstests. Die Ergebnisse des Tests können direkt abgelesen oder über billige tragbare Geräte wie eine Smartphone-Kamera gemessen werden.
- 3-D Druck**
 Durch 3D Druck kann die Herstellung mobiler Diagnostik-Systeme vereinfacht und verbessert werden.

ZUKUNFTSPOTENZIAL

Mobile Diagnostik verspricht vor allem mit der Lab-on-Technologie eine rasche Verbesserung der Gesundheitsversorgung durch eine bessere und schnellere Diagnostik, insbesondere in Gebieten mit schlechter Gesundheitsinfrastruktur. Gleichzeitig könnte die Technologie eine aktivere Rolle der Patienten bei der Überwachung ihrer eigenen Gesundheit bewirken. In ähnlicher Weise kann LOC die Bürger in die Lage versetzen, sich an der Umweltüberwachung zu beteiligen, zum Beispiel über Citizen-Science-Projekte. Zur Steigerung der Akzeptanz ist eine Einbeziehung der Nutzer:innen wichtig.



ZUM NACHLESEN

- [BMBF, ELSA-Forschung zur Digitalisierung in der Medizin: Smarte Diagnosehelfer: Mobil und ethisch fundiert \(gesundheitsforschung-bmbf.de\)](#)
- [Digitizing diagnosis: a review of mobile applications in the diagnostic process \(degruyter.com\)](#)
- [Taking connected mobile-health diagnostics of infectious diseases to the field \(researchgate.net\)](#)



→ **ZUM VERTIEFUNGSBERICHT MOBILE DIAGNOSTIK**



4 TELEMEDIZIN

KURZBESCHREIBUNG

„Telemedizin ist ein Sammelbegriff für verschiedenartige ärztliche Versorgungskonzepte, [bei denen] medizinische Leistungen der Gesundheitsversorgung der Bevölkerung in den Bereichen Diagnostik, Therapie und Rehabilitation sowie bei der ärztlichen Entscheidungsberatung über räumliche Entfernungen (oder zeitlichen Versatz) hinweg erbracht werden. Hierbei werden Informations- und Kommunikationstechnologien eingesetzt.“ (Bundesärztekammer)

DYNAMIK

Eine deutschlandweite Befragung über 2200 ambulant tätiger Ärzt:innen durch die Stiftung Gesundheit in Zusammenarbeit mit dem health innovation hub beschreibt ein verhaltenes Meinungsprofil bezüglich der digitalen Praxis. Doch boten 2017 gerade einmal 1,8% eine Videosprechstunde an, so waren es 2020 über 60%, die diesen Service bereits nutzen oder kurz vor der Implementierung standen. 94% davon hatten sich in diesem Jahr aufgrund der Corona-Krise mit der Thematik befasst. Die Hälfte aller Ärzt:innen schätzt den maximalen Nutzen bei einer Quote von 20% ein. Also: 80% analoges Wartezimmer, 20% digitale Sprechstunde. Ab einer Quote von > 40% wird die Luft sehr dünn, hauptsächlich begründet mit Skepsis gegenüber der (guten) Arzt-Patienten-Interaktion. Ein interessantes Detail: Weiterhin halten 24% den technischen und rechtlichen Aufwand für zu hoch, 21% haben sich schlicht noch nicht mit der Thematik auseinandergesetzt.

Telemedizinische Services werden von den Bürger:innen in Europa zunehmend als wichtiges Instrument der Gesundheitsversorgung angesehen und stoßen auf zunehmende Akzeptanz. So würden etwa vier von fünf EU-Bürger:innen einer gemeinsamen Nutzung von Gesundheitsdaten zustimmen. Vor allem aber auch Videosprechstunden werden als

ein sinnvolles Instrument angesehen. Die Auswertung von Suchanfragen bei Google macht deutlich, dass das Interesse deutlich gestiegen ist und Bürger insbesondere im März und im April Begriffe wie Videosprechstunde oder Telemedizin in die Suchmaschine eingegeben haben.

Die Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) schätzt, dass derzeit in Deutschland rund 25.000 Arztpraxen die Videosprechstunden nutzen, also etwa ein Viertel aller (kassenärztlichen) Arztpraxen. Das ist ein Anstieg von rund 1.370% – im Februar 2020 haben nach KBV-Angaben nur 1.700 Praxen Videosprechstunden angeboten.

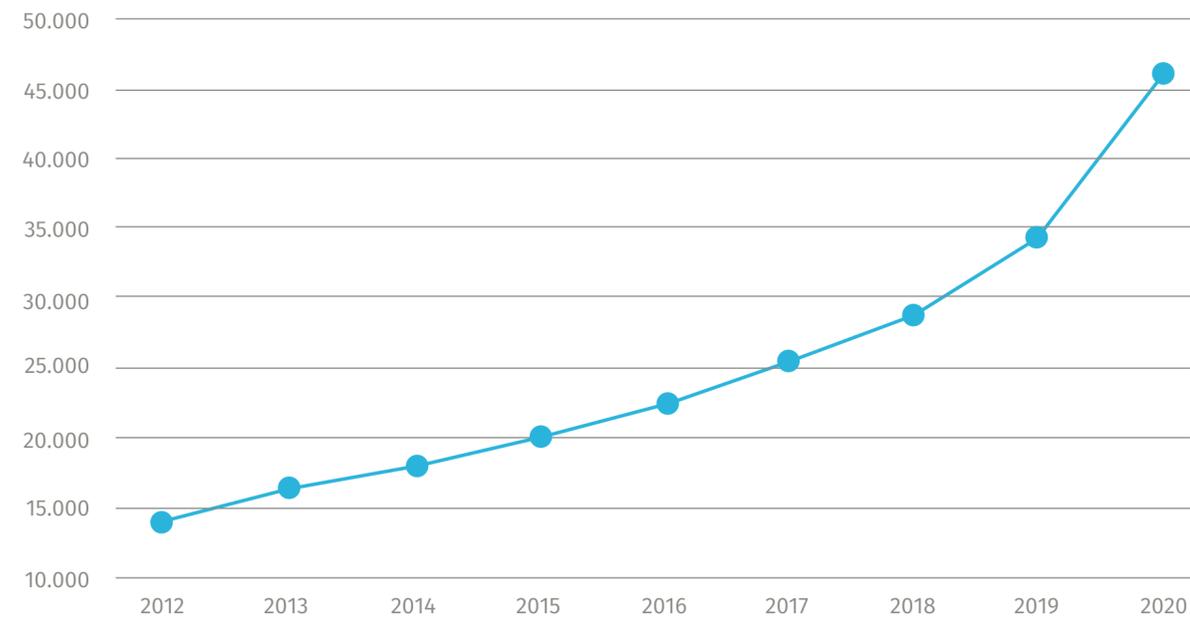
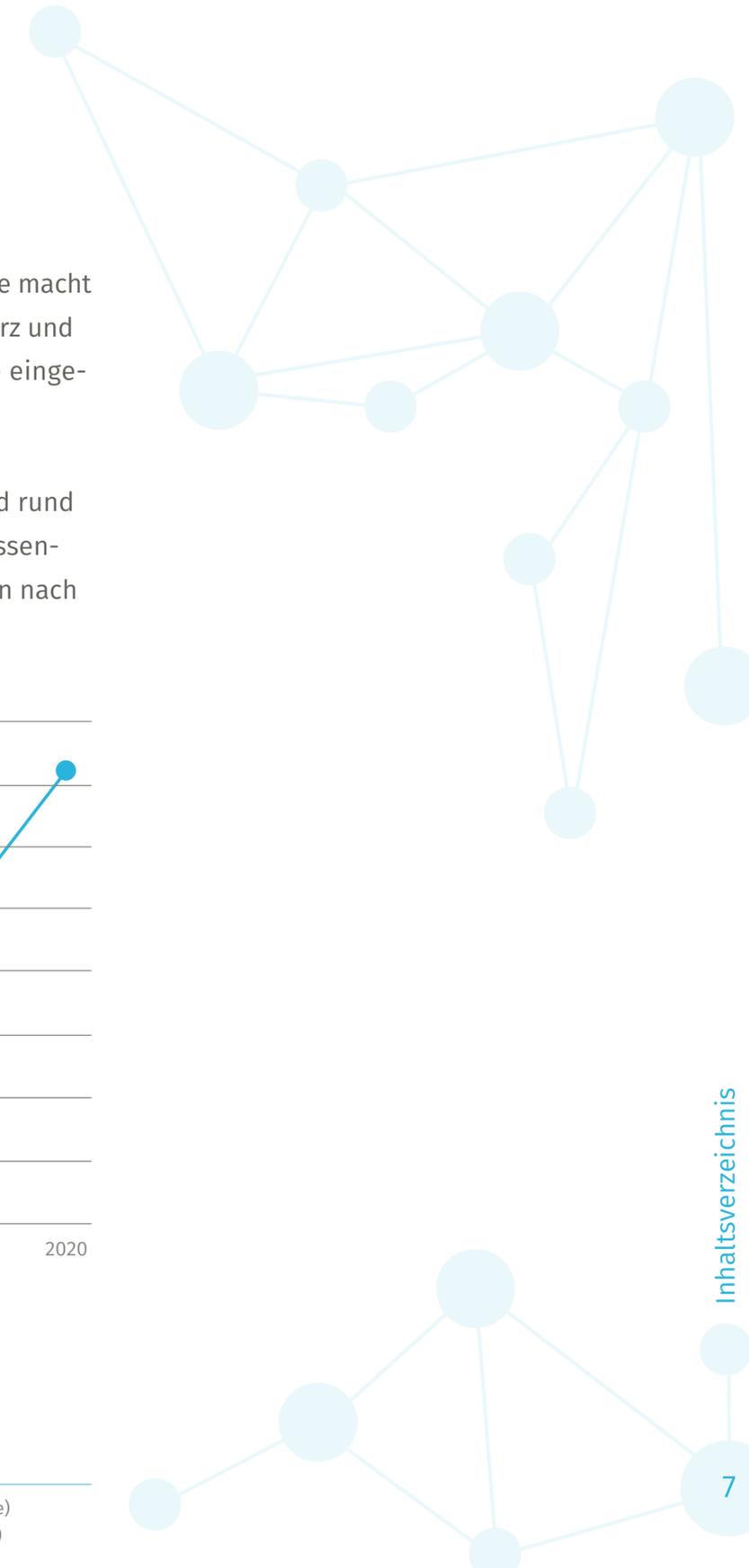


Abbildung 3: Anzahl der Publikationen pro Jahr zu Telemedizin⁴

⁴ search_text = (Telemedizin) OR (telemedicine) OR (medicine from home) OR (health care from home) OR (online health care) OR (Krankenversorgung zuhause) OR (Krankenversorgung online) OR (doctor at home) OR (%C3%A4rztliche Beratung von zuhause) OR (medical help online) OR (medical help via internet) OR (medizinische Hilfe von zuhause) OR (online Arzt) OR (online doctor) OR (telemedizinische Anwendungen) OR (telemedicine applications) OR (online Gesundheitswesen) OR (online health service) OR (health service from home) OR (e-health) OR (electronic health) OR (electronic health service) OR (elektronische Arztbesuche)

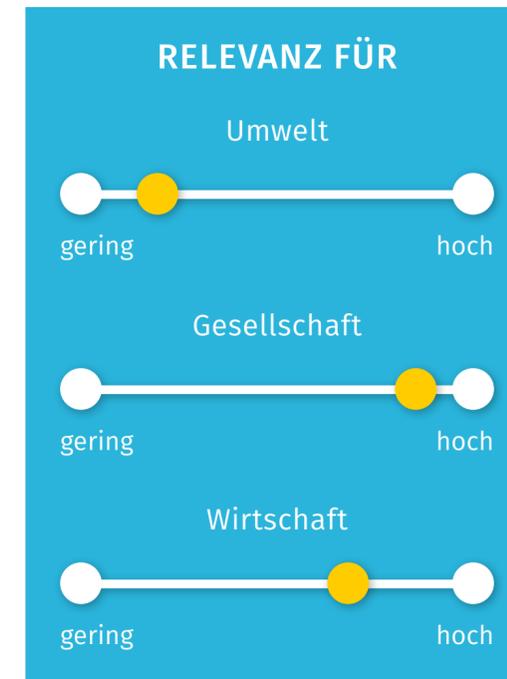


AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

- Telekonsilssysteme ermöglichen Fallkonferenzen zwischen Ärzten und der Notfallversorgung, z.B. bei Schlaganfällen.
- Telemonitoring ermöglicht die Interaktion zwischen Arzt und Patient:in bei der Überwachung und Therapie von chronischen Erkrankungen durch die Überwachung von Vitalparametern (z.B. Gewicht, Blutdruck, Herzfrequenz) und zugehörigem Remote Patient Management (z.B. über Wearables, Implantate, PDAs).
- Elektronische Visiten können per Videodatenbrille in Kooperation mit Pflegekräften durchgeführt werden.
- Durch Telerehabilitation entfallen die Fahrten zum Patienten bzw. Therapeuten.
- Fernoperationen werden durch neue Technologien der Bildverarbeitung und -übertragung ermöglicht (z.B. auch Virtual Reality).

ZUKUNFTSPOTENZIAL

Angesichts des demographischen Wandels und abnehmender Ärztedichte in vielen Gegenden, vor allem auch dem ländlichen Raum, hat die Telemedizin großes Zukunftspotenzial. Weitere Treiber sind der 5G-Ausbau und zunehmende Videokonsultationen in der Corona Pandemie. Herausforderungen bestehen vor allem hinsichtlich ethischer Fragen, im Datenschutz, bei der Infrastruktur, Technikaffinität und Einbeziehung der Pflege.

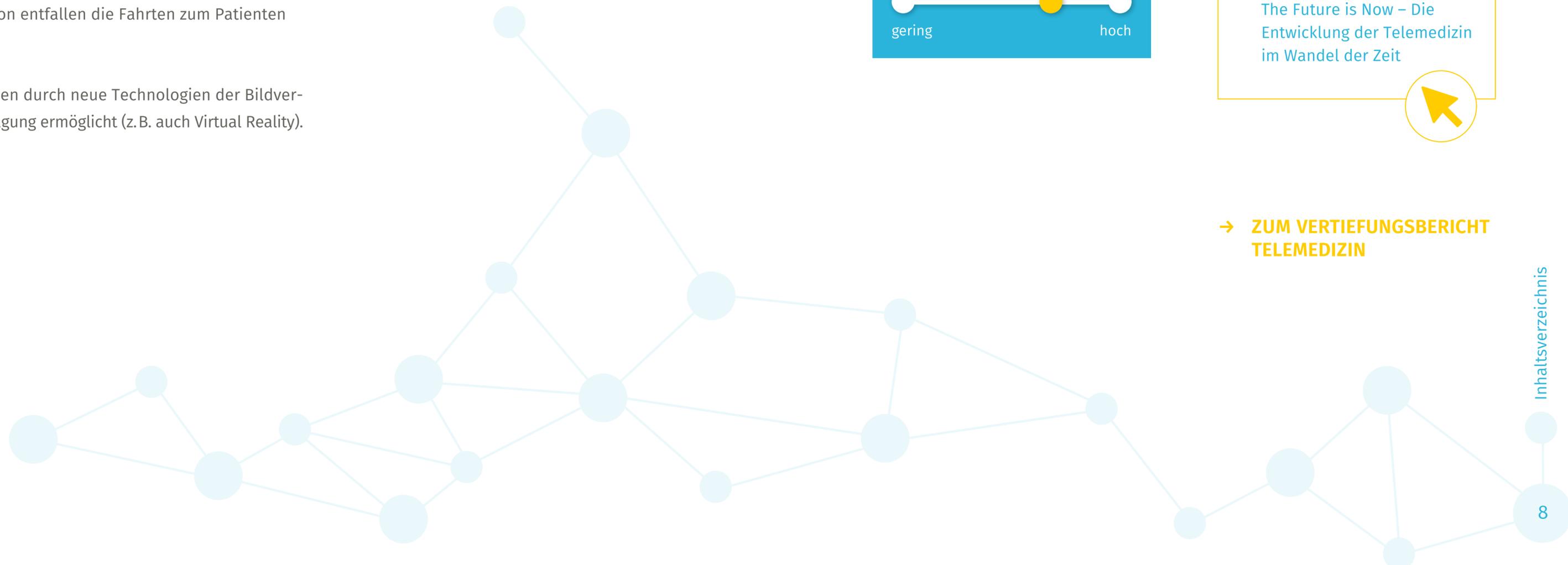


ZUM NACHLESEN

- Bundesärztekammer: Telemedizin
- AOK: Telemedizin: Definition, Grundlagen, Projekte
- ZAVA: Telemedizin Report Deutschland und Europa
- Visionäre der Gesundheit (2020), Dr. med. Lara Maier: The Future is Now – Die Entwicklung der Telemedizin im Wandel der Zeit



→ **ZUM VERTIEFUNGSBERICHT TELEMEDIZIN**



5 ROBOTIK – CAREBOTS

KURZBESCHREIBUNG

Die „Baby Boomer“ auf der ganzen Welt altern und benötigen Pflegeleistungen. Aufgaben, die zukünftig von Robotern übernommen werden können, sind z.B. Essenstransport, Nahrungsaufnahme, Körperhygiene, putzen und tragen (Assistenz- oder Service-Roboter), Unterstützung beim Gehen (Exoskelette), Training kognitiver Fähigkeiten und körperlicher Kontakt (humanoide Roboter, Begleit-Roboter). Heute handelt es sich noch überwiegend um Unterstützung für Pflegekräfte und weniger um vollständig autonome Systeme. Ein zunehmender Fachkräftemangel legt jedoch den Gedanken nahe, in Zukunft auch selbstständige Roboter in der Pflege einzusetzen. In Deutschland gibt es verschiedene Pilotprojekte, in denen Pflege-Roboter zum Einsatz kommen.

DYNAMIK

Aktuell werden Pflegeroboter noch nur versuchsweise zu Unterhaltungszwecken eingesetzt und Expert:innen sind sich noch uneinig darüber, ob sie tatsächlich einmal tatkräftig beim Essenaustragen und Waschen werden helfen können. Der Ethikrat begrüßt die Innovation in der Pflege, stellt aber Bedingungen zum Einsatz von Robotern.

Eine Studie der Continentale Krankenversicherung a. G. von 2019 ergab, dass sich 60% der Befragten nicht oder eher nicht zuhause für gesundheitsbedingte Hilfe von einem Roboter unterstützen lassen würden, was die Skepsis in der Gesellschaft verdeutlicht. Die Akzeptanz nimmt mit dem Alter ab. Ein überwiegender Teil der Befragten (74%) befürchtet auch, dass der direkte Kontakt unter Menschen durch Roboter verloren geht.

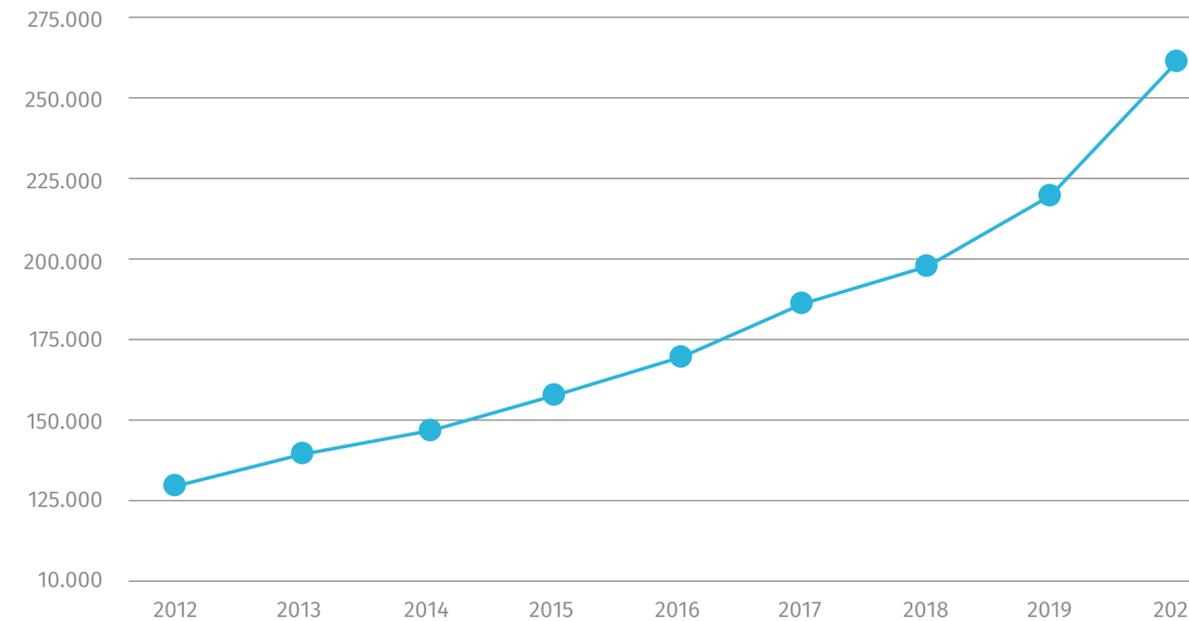


Abbildung 4: Anzahl der Publikationen pro Jahr zu Carebots⁵

ZUM NACHLESEN

- Fachhochschule Kiel, Roboter in der Altenpflege, Projekt ARIA: Carebots
- Fachhochschule Kiel, Roboter in der Altenpflege, Projekt PADERO: Carebots
- The Guardian (2021): 'Care bots' are on the rise and replacing human caregivers
- ScienceDirect (2021): Carebots for eldercare: Technology, ethics, and implications



⁵ search_text = carebots OR care robots OR (robotik AND pflege) OR (robots AND care) OR (robots AND health) OR (robots AND health service) OR (Roboter im Gesundheitswesen) OR (Roboter in der Pflege) OR (care roboter) OR (robots for older people help service health) OR (robots for patients) OR (robots help patients) OR (Roboter helfen Patient*) OR (therapy robots) OR (therapie roboter) OR (medical care with robots)

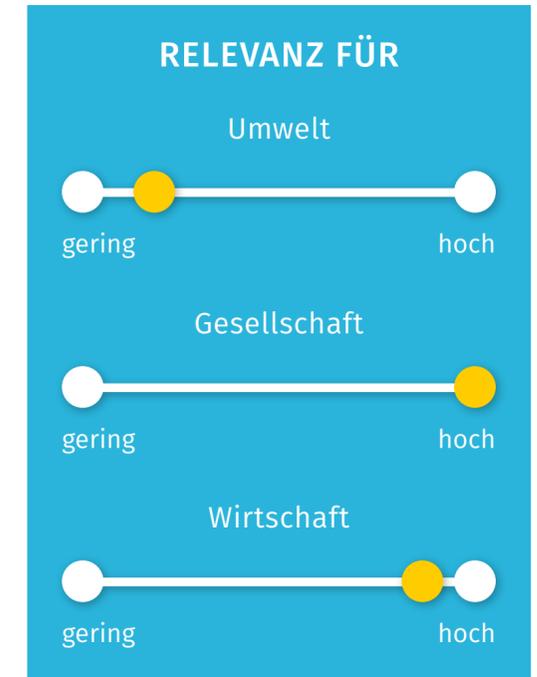
AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

- Schätzungen zufolge könnten im Jahr 2030 bis zu 500.000 Pflegekräfte alleine in Deutschland fehlen. Pflegepersonal wird nicht nur – wie die meisten sozialen Berufe – schlecht bezahlt, hinzu kommen der Schichtdienst, Erkrankungen wie Rückenbeschwerden durch das Heben und Lagern von Patient:innen und Burn-out aufgrund der hohen psychischen Belastung. Auf hundert über-80-Jährige kommen laut OECD schon heute gerade einmal elf Altenpfleger:innen. Im europäischen Vergleich zum Personalschlüssel in Krankenhäusern schneidet Deutschland zusammen mit Spanien am schlechtesten ab: Auf eine Pflegekraft kommen zehn Patient:innen.
- „Pepper“ ist ein 1,20 m großer, 40 kg schwerer Carebot, der zukünftig in der Pflege eingesetzt wird. Er spricht verschiedene Sprachen und kann sich zum Beispiel Gesichter merken. Er gehört zu den sozialen, humanoiden Robotern. Einsatzgebiete sind Pflegeeinrichtungen, aber z. B. auch Kinderstationen in Krankenhäusern. Demenzkranke Bewohner soll er mit Gedächtnisspielen unterstützen, Senioren Bewegungsübungen zeigen oder Patienten an die Einnahme ihrer Medikamente erinnern. Pflegekräften könnten mit dem Einsatz des technischen Helfers entlastet werden. Während der Roboter eine Gruppe von Senioren in den Gemeinschaftsräumen unterhält, bliebe Pflegenden mehr Raum für die Betreuung der einzelnen Patienten.
- Studien zeigen, dass auch Berührungen durch Roboter das Wohlbefinden und Verhalten von Probanden positiv beeinflussen können, auch wenn dies eher auf einer unbewussten, emotionalen Ebene geschieht und kognitiv oftmals nicht so wahrgenommen wird. Berührungen durch Roboter beeinflussen die Mensch-Roboter-Interaktion in jedem Fall positiv. Auch Begleit-Roboter (z.B. ähnlich einem Robbenbaby) können emotionale Bedürfnisse erfüllen. Weitgehend autonome Baderoboter wurden durch die Nutzer:innen besonders positiv bewertet.
- Ziel des Projekts PADERO der Fachhochschule Kiel ist es, die Bedingungen auszuloten, unter denen Roboter in der Pflege eingesetzt werden können.

- Unter dem Motto „Nur gemeinsam kommen wir voran!“ geht das vom BMBF im Rahmen des „Wissenschaftsjahres 2018 – Zukunft der Arbeit“ geförderte Projekt „ARiA“ der Universität Siegen und der Fachhochschule Kiel der Frage nach: „Wie sieht unsere Arbeit mit Robotern in der Pflege aus?“
- Bisher gibt es im deutschen Gesundheitswesen nur ein paar Pilotstudien zu Pflege Robotern, die Politik fördert jedoch einzelne Projekte. Bedenken gibt es aktuell u.a. auch hinsichtlich der Sicherheit der Roboter. Vor allem in der Rehabilitationsrobotik, die ein sehr vielfältiges und dynamisches Feld darstellt, ist die Sicherheitsvalidierung komplex. Darüber hinaus stellt die Art der physischen Kontakte zwischen Rehabilitationsrobotern und Patienten, die kontinuierliche und zyklische Interaktionen mit sich bringen, eine Herausforderung dar. Rehabilitationsroboter können jedoch zuverlässiger und optimierter die Beanspruchung in der Rehabilitation steuern.
- In Japan ist schon heute ein Viertel der Bevölkerung über 65 Jahre. Da in Krankenhäusern und Seniorenheimen die Mitarbeiter fehlen, setzt man auf in der Zukunft auf Roboter in der Pflege. So kommt im Pflegeheim Fuyo-En in Yokohama der Unterhaltung-Roboter Parlo zum Einsatz. Der 40 Zentimeter große Roboter von der japanischen Firma Fuji Soft kann 365 Programme abspielen, z.B. Rhythmusspiele oder Rätselraten. Parlo zählt zu den Service-Robotern, denen in der Pflege eine glorreiche Zukunft prognostiziert wird.

ZUKUNFTSPOTENZIAL

Die Zahl der ausgebildeten Pfleger:innen wird auf Grund des demographischen Wandels voraussichtlich nicht ausreichen, um den Pflegebedarf zu erfüllen. Durch Carebots kann die Unabhängigkeit der zu pflegenden Personen deutlich länger aufrechterhalten werden und auch in der stationären Pflege und im Bereich der Rehabilitation können Carebots unterstützen. Analog zum Beispiel Japan werden Carebots voraussichtlich umfangreich eingesetzt werden, wenn die Datenschutzfragen geklärt sind.



6 GESUNDHEITSAPPS

KURZBESCHREIBUNG

Gesundheitsapps haben das Potential, in vielen Bereichen der Gesundheitsfürsorge Verwendung zu finden. Man unterscheidet zwischen reinen Softwareprodukten und solchen, die mit (spezieller) Hardware kombiniert eingesetzt werden; das Spektrum reicht von einfachen Onlineangeboten bis zu Produkten im klinischen Einsatz. Generell gilt, je spezieller ein Einsatzbereich, desto besser in der tatsächlichen Verwendung. Während einfache Apps im Fitnessbereich bereits weit verbreitet sind, kommen Apps mit einem Fokus auf die psychische Gesundheit bisher noch seltener zu Einsatz.

DYNAMIK

Im Zuge der „Quantified-Self“-Bewegung werden Nutzer:innen ermutigt, sich selbst besser zu verstehen, indem sie Daten über jeden Aspekt ihres täglichen Lebens sammeln: von der Nahrungsaufnahme, der Luftqualität, dem Sauerstoffgehalt im Blut, der Erregung bis hin zum Stuhlgang und so weiter. Anschließend stellen Apps wie Instant all diese Daten in einem personalisierten Dashboard zusammen, wo Trends erkennbar werden und Verhaltensänderungen angestoßen werden können. Der Slogan der Bewegung lautet „Selbsterkenntnis durch Zahlen“. Die Quantified-Self-Bewegung ist auch als „Lifelogging“ bekannt. Sowohl Body 2.0 als auch Quantified Self bedeuten die permanente Überwachung des menschlichen Körpers und die fast medizinische Kontrolle der eigenen Körperfunktionen, über Wearables, Smartphone-Apps oder separate Sensoren. Die neuen technischen Möglichkeiten gehen einher mit einer verstärkten Wahrnehmung des Körpers als „Tempel des Geistes“.

Aus der Studie der Continentale Krankenversicherung a. G. von 2019 geht hervor, dass 62% aller Befragten glauben, dass die Krankheit den Alltag des Betroffenen dank der Gesundheits-App weniger beeinflusst. Den Grund dafür sehen sie darin, dass die App die Aufgabe abnimmt, sich ständig mit dem Thema auseinanderzusetzen, und bei Bedarf warnt. 31% hingegen sind der Meinung, dass die Krankheit gerade wegen der App viel Raum im Alltag einnimmt, weil sie den Betroffenen ständig an die Krankheit erinnert.

Dass der positive Einfluss auf den Alltag überwiegt, glauben mit 70% Nennungen vor allem die 18- bis 29-Jährigen. Mit zunehmendem Alter sehen die Befragten immer häufiger die möglichen negativen Folgen als bedeutsam an: Von den über 60-Jährigen entscheiden sich nur noch 55% dafür, dass die Vorteile im Vergleich zu den Nachteilen überwiegen.

Ein weiterer Aspekt betrifft das Sicherheitsempfinden der Betroffenen. Die ständige Überwachung der Gesundheitsdaten kann dieses beim Betroffenen steigern: Denn die App warnt bei kritischen Entwicklungen und ermöglicht so frühzeitige Maßnahmen zur Vermeidung von medizinischen Folgen. Diese Wirkung der Apps vermuten 52%. 43% hingegen fürchten, dass die ständige Überwachung eher zu Paranoia führen wird. Der Betroffene schaut ständig auf die Daten und Fehlalarme führen zu unnötiger Aufregung und Angst.

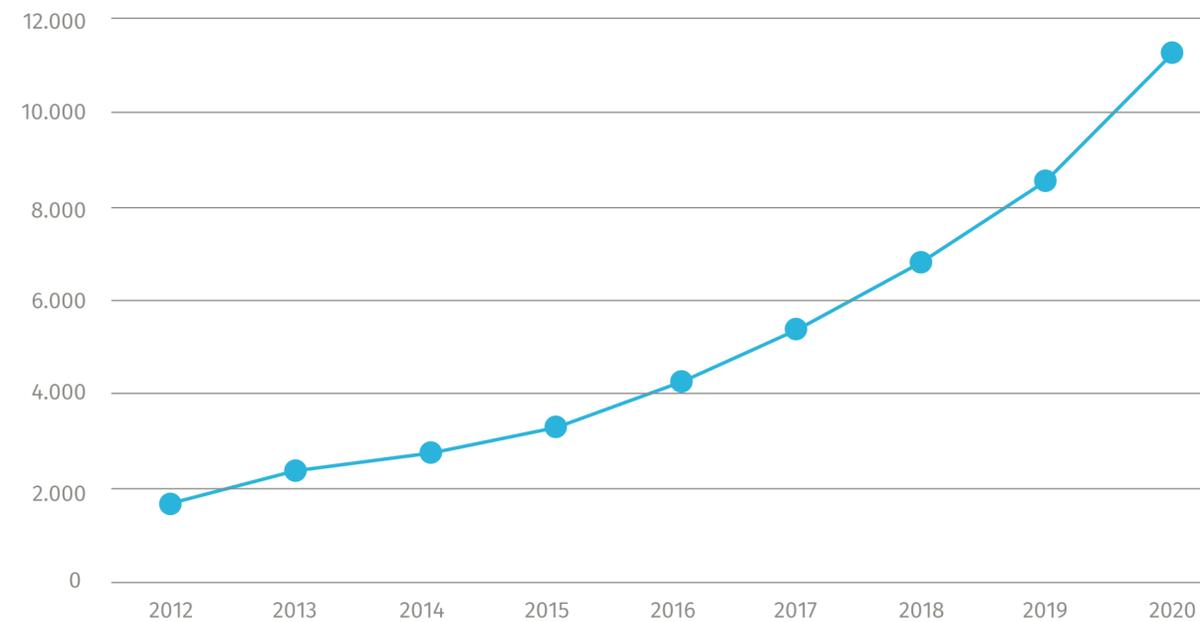


Abbildung 5: Anzahl der Publikationen pro Jahr zu Gesundheitsapps⁶

ZUM NACHLESEN

- Albrecht, U.-V.: Kapitel Rationale. In: Albrecht, U.-V. (Hrsg.), Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA). Medizinische Hochschule Hannover, 2016.
 - www.digibib.tu-bs.de/?docid=60002
 - www.charismha.de
- Ärzteblatt (2016): Gesundheits-Apps: Viele Chancen, wenig Evidenz
- Patienten-Information.de: Gesundheits-Apps – Worauf ist zu achten?
- Verbraucherzentrale (2020): Gesundheits-Apps: medizinische Anwendungen auf Rezept

⁶ search_text = (health apps) OR (gesundheitsapps) OR (gesundheits-apps) OR (healthcare applications) OR (healthcare on mobile phone) OR (healthcare on mobile device) OR (apps gesundheit) OR (medical apps) OR (medizinische Apps) (fitness tracker) OR (health screening apps) OR (Körperwerte überwachen APP) OR (track body data app) OR (Ernährungsapps) OR (nutrition app) OR (heart rate tracker app) OR (pulse tracker app) OR (diagnosis app health) OR (therapy app health)

AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

Die Zahl der Tools zur Überwachung des Körpers und seiner Funktionen steigt kontinuierlich und immer mehr Menschen tragen Armbänder, Uhren und andere Geräte, die die Daten an ein Online-Tool liefern können. Dies geschieht oft in Echtzeit, sodass die Informationen permanent veröffentlicht werden. Einige Tools wurden nur für medizinische Zwecke entwickelt, andere sind dem Sport- oder Wellnessbereich gewidmet. Schrittzähler und Pulsmesser sind bereits alltäglich in Smartwatches und EEG-Funktionen in den USA zugelassen. Die nächste Apple Watch bietet angeblich eine nicht-invasive Blutzuckermessung. Apps können bereits verschrieben und über Krankenkassen abgerechnet werden. Einige Beispiele für Geräte und Systeme jenseits von Apps und Armbändern, die auf persönlicher Ebene genutzt werden, sind: Cardionet, Bodymedia, Toumaz oder Raisin, das misst, wann und ob ein Patient Medikamente einnimmt, und wie verschiedene körperliche Vitalzeichen, wie z.B. die Herzfrequenz, auf die Medikation reagieren, ein System, das sich derzeit in der klinischen Prüfung befindet.

• **Körper 2.0 – Überwachung am Arbeitsplatz**

Die Überwachung der Mitarbeiter:innen kann hilfreich sein, wenn es wichtig ist, wach zu bleiben (z. B. bei der Überwachung von Einrichtungen in der Nacht) oder wenn Aufmerksamkeit erforderlich ist. Es ist auch hilfreich, um zu bemerken, wenn sich jemand in einer ungesunden Umgebung aufhält. So könnten Produktionsprozesse an den Gesundheitszustand des einzelnen Arbeiters angepasst oder Lernprozesse (aufgrund des Feedbacks) gestartet werden. Viele Menschen überwachen und sammeln bereits diese Art von Daten, aber im privaten Bereich. Anders verhält es sich, wenn Ihre Arbeit oder Ihr Arbeitsplatz anfängt, Ihr Verhalten zu protokollieren.

• **Monitoring und Self-Tracking als soziales Must-Have**

Schon jetzt ist für viele Menschen die ständige Überwachung des Körpers normal und teilweise sogar nicht mehr wegzudenken. Für viele der Tracking-Funktionen sind noch neue Technologien notwendig (z.B. die permanente Messung von Körperflüssigkeiten). Es könnte sein, dass es in einigen Jahren als normal empfunden wird, dass Herzinfarkte, Schlaganfälle, Hormonstörungen, Zuckerspiegel und andere körperliche Vitalzeichen und Fehlfunktionen kontinuierlich durch medizinische Implantate überwacht werden.

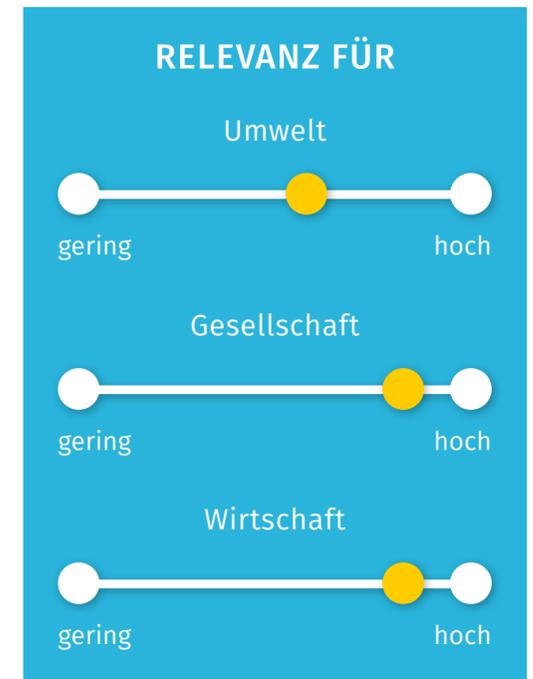
Persönliche Gesundheitsdaten werden immer wertvoller. Es gibt Bewegungen, um Räume zu schaffen, in denen die persönlichen Gesundheitsdaten sicher abgelegt werden und z.B. für die Forschung verwendet werden können.

In der Schweiz gibt es neue Modelle des Dateneigentums, die als Genossenschaften für Gesundheitsdatenbanken organisiert sind, damit einzelne Personen (Dateneigentümer) entscheiden selbst, wem sie erlauben, mit ihren Daten Geld zu verdienen oder wem sie Zugang zur Nutzung in der Forschung gewähren. Ein Beispiel ist die Schweizer Coop Healthbank. Sie kann alles speichern, von Blutergebnissen bis hin zum DNA-Profil. Wenn ein Pharmaunternehmen mit den Daten forschen will, muss es zahlen und die Datengeber teilen sich den Betrag.

Die zweite Möglichkeit ist die Bereitstellung von persönlichen Gesundheitsdaten für Forschungszwecke, ohne dabei Gewinn zu machen. In Midata können Wissenschaftler:innen Gesundheitsdaten von Bürger:innen in der Datenbank „parken“, wenn sie die Erlaubnis der Person dazu haben. Eine dritte Möglichkeit ist die Beschleunigung der Forschung durch die gemeinsame Nutzung von wissenschaftlichen Gesundheitsdaten auf einer klaren Profit-Basis.

ZUKUNFTSPOTENZIAL

Digitale, niedrighschwellige Angebote führen zu einer Verbesserung der Vor- und Nachsorge, ohne den Zwang zu regelmäßigen Arztbesuchen. Auch lassen sich viele Funktionen in einem Gerät vereinen und es können Benachrichtigungen erfolgen, wenn sich bestimmte Parameter ändern – eine Art Frühwarnsystem. Die sichere Speicherung der Daten und die Nutzung zu Forschungszwecken wird in Zukunft ein wichtiges Thema sein.



7 ANTIBIOTIC SUSCEPTIBILITY

KURZBESCHREIBUNG

Das Auftreten von bakteriellen Infektionen, die gegen eine sehr große Anzahl bestehender Antibiotika resistent sind, hat zu einer intensiven Suche nach Werkzeugen für Antibiotika-Empfindlichkeitstests (AST) geführt. Diese Technologien ermöglichen die schnelle Identifizierung von Therapien, die für einzelne Patienten noch wirksam sind. Gegenwärtig werden multiresistente Bakterien in der Regel zur Analyse an spezialisierte Labore geschickt, was zu mehrtägigen Verzögerungen führt, bevor die Ergebnisse als Richtschnur für die Therapie dienen können. Die erfahrungsbasierte Entscheidung über Antibiotikagaben reicht nicht mehr aus und unwirksame Verschreibungen verschärfen das Problem. Die Entwicklung effektiverer Tests wird Ärzte bei der Wahl der geeigneten Antibiotikabehandlung unterstützen und so den übermäßigen Einsatz von Antibiotika und das Risiko resistenter Bakterienstämme einschränken.

DYNAMIK

Globale Antibiotikastatistiken ergeben einen Anstieg des Antibiotikaverbrauchs um 35% zwischen 2000 und 2010, und die aktuelle Antibiotikabranche beläuft sich auf 39,8 Mrd. USD (bis 2015). Russland, Indien, China, Brasilien und Südafrika sind die Länder, die am meisten zum Anstieg des Antibiotikaverbrauchs beigetragen haben und auf die 76% des Anstiegs geschätzt wurden. Die Veränderungen, die der erhöhte Antibiotikaverbrauch in den letzten zehn Jahren erfahren hat, sind beispiellos und vor allem auf das Auftreten neuer Krankheiten zurückzuführen. Auch kann der Anstieg des Antibiotikaverbrauchs auf einen Über- oder Fehlgebrauch der von Ärzten empfohlenen Antibiotika/Selbstmedikation zum Zeitpunkt der Infektion zurückzuführen sein.

Ein kürzlich veröffentlichter Bericht der Weltgesundheitsorganisation (WHO) über die Todesfälle im Zusammenhang mit Antibiotikaresistenzen zeigte eine alarmierende Zahl von derzeit 700.000 Todesfällen pro Jahr und prognostiziert eine beunruhigende Zahl von 10 Millionen pro Jahr bis zum Jahr 2050, was bedeutet, dass Antibiotikaresistenzen die

häufigste Todesursache sein werden. Darüber hinaus warnt die WHO auch vor der Schwere der Antibiotikaresistenz und erklärt, dass „sie die Errungenschaften der modernen Medizin bedroht, eine post-antibiotische Ära, in der gewöhnliche Infektionen und kleinere Verletzungen tödlich sein können, ist eine sehr reale Möglichkeit für das 21. Jahrhundert.“

Wegen des hohen Problemdrucks zunehmender Resistenzen, weisen Forschung und Entwicklung in diesem Bereich eine sehr hohe Dynamik auf. Aufgrund der großen gesellschaftlichen Auswirkungen der Multiresistenz und der deutlich reduzierten Entwicklung von Medikamenten ist es zwingend notwendig, die Mikroben zu bestimmen, die mehr Aufmerksamkeit als andere für die Medikamentenentwicklung benötigen. Folglich hat die WHO eine Prioritätenliste der Krankheitserreger entwickelt und diese in kritische, hohe und mittlere Prioritäten stratifiziert.

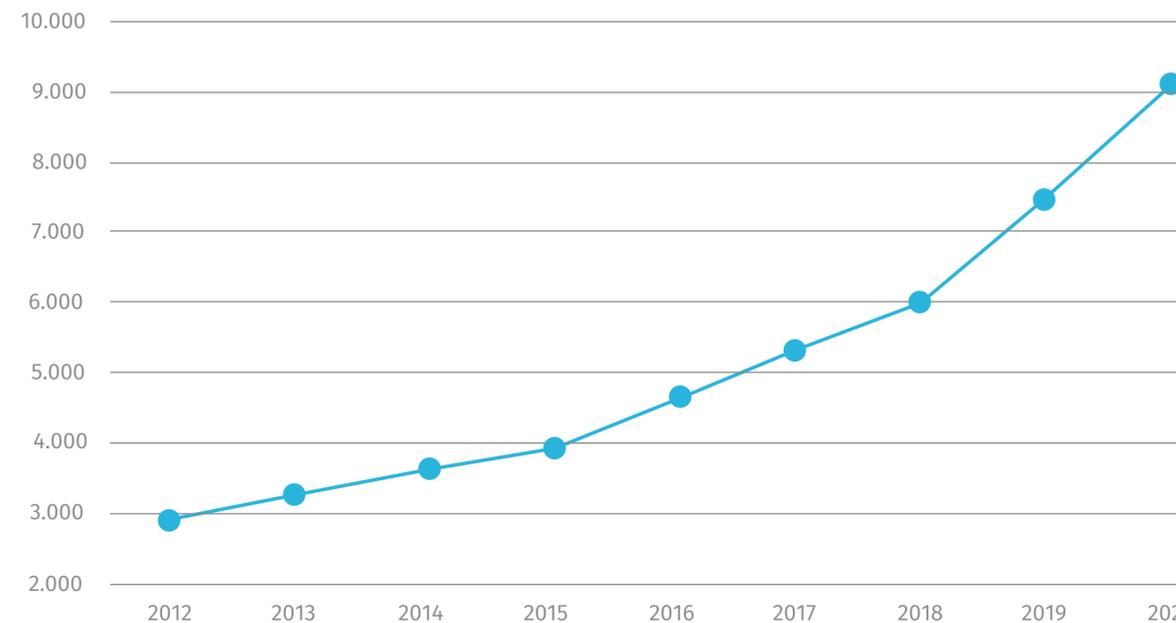


Abbildung 6: Anzahl der Publikationen pro Jahr zu Antibiotic Susceptibility⁷

ZUM NACHLESEN

- Khan, Z. A., Siddiqui, M. F., & Park, S. (2019): Current and Emerging Methods of Antibiotic Susceptibility Testing. *Diagnostics* (Basel, Switzerland), 9(2), 49. <https://doi.org/10.3390/diagnostics9020049>
- DocCheck Flexikon: Antibiotika-Resistenzbestimmung
- Ärzteblatt: Sensibel, intermediär und resistent – Wirksamkeit von Antibiotika



⁷ search_text = („antibiotic susceptibility“) OR („antimicrobial resistance“) OR („antibiotic therapy“) OR („Antibiotika-Empfindlichkeitstests“) OR („antibiotic susceptibility tests“) OR (AST-Mikro-Assay) OR (AST-micro-assay) OR (mikrofluidische Cantilever) OR (microfluidic cantilever) OR (tests for multiresistant bacteria) OR (tests für multiresistente bakterien)

AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

• **AST-Mikro-Assay**

Der derzeitige Standard, der Mikrodilutions-Empfindlichkeitstest, erfordert Dutzende von Schritten, ein komplexes Set an Zubehör und einen erheblichen Zeitaufwand. Eine neue modifizierte Methode mit Tintenstrahl Druckertechnologie („Digital Dispensing“) wurde entwickelt und validiert. Der Tintenstrahldrucker druckt dabei Tröpfchen einer antimikrobiellen Verbindung aus, wobei die Größe der gedruckten Tropfen bis zu einer Million Mal variiert. Im direkten Vergleich mit der Goldstandard-Mikrodilutionsmethode war die digitale Dosiermethode genauso genau und zeigte eine deutlich höhere Reproduzierbarkeit (Präzision). Sie ermöglicht eine sehr schnelle Herstellung von AST Assays für mehrere parallele Analysen.

• **Mikrofluidische Geräte**

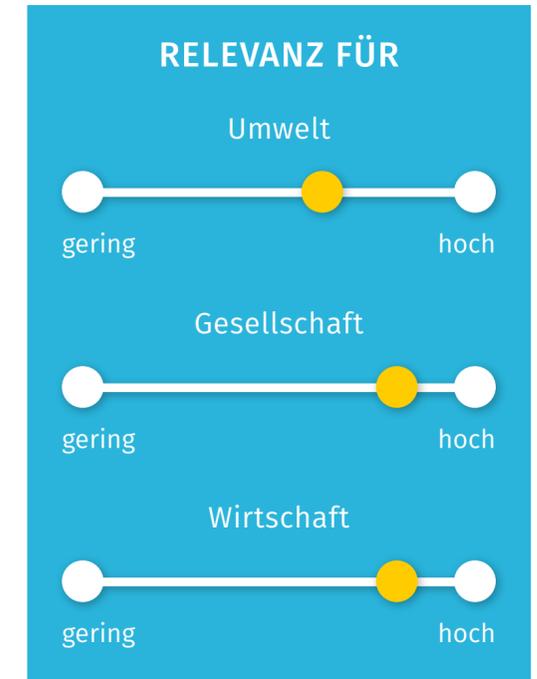
Der mikrofluidische Cantilever ist „ein Gerät, das schädliche Bakterien schnell identifizieren und feststellen kann, ob sie gegen Antibiotika resistent sind.“ Der Cantilever wurde entwickelt, um festzustellen, auf welche antibiotische Behandlung die Infektion am besten anspricht. Das freitragende Teil, „ein Brett, das einem Sprungbrett ähnelt“, hat einen mikrofluidischen Kanal, der mit Biomaterialien wie Antikörpern beschichtet ist, an denen schädliche Bakterien in flüssigen Proben haften. Das Gerät ermöglicht auch die Zugabe von antibiotischen Medikamenten. In solchen Szenarien signalisieren die Schwankungen der Intensität der winzigen Schwingungen des Cantilevers, ob die Bakterien lebendig oder tot sind, was auf die Empfindlichkeit der Bakterien gegenüber Medikamenten hinweist.

• Ein weiteres AST-Gerät basiert auf einem neuen mikrofluidischen Kunststoffchip, der Bakterien einfängt, und auf Methoden zur Analyse des Bakterienwachstums auf Einzelzellniveau. Die „fASTest“-Methode ermöglicht die Überwachung einzelner bakterieller Organismen durch den Einsatz von subtilen optischen und analytischen Instrumenten. Steht fest, ob sich einzelne Bakterien in einer antibiotischen Umgebung entwickeln können oder nicht, kann innerhalb von Minuten ihre Resistenz bzw. ihre Empfindlichkeit gegenüber Medikamenten bewertet werden.

• Ein weiteres AST-Gadget braucht weniger als zwei Minuten, um zu testen, ob ein Patient mit antibiotikaresistenten Bakterien infiziert ist. Es sammelt Proben von einem Patienten und gibt sie „in eine durchsichtige Kartusche, die einen Cocktail aus Antikörpern, DNA und anderen Molekülen enthält. Die Bakterien in der Probe binden sich an spezifische Antikörper, die an lange, farbige, fadenförmige Moleküle in der Kartusche gebunden sind“, wodurch sich ihre Ausrichtung und die Art und Weise, wie sie eine bestimmte Farbe des durchfallenden Lichts absorbieren, verändern“. Die transparente Kapsel wird dann beleuchtet, und die austretenden Farben und die Absorption werden gemessen, wobei die Ergebnisse auf einem Display angezeigt werden. Das System kann Fadenmoleküle verschiedener Farben verwenden und kann so feststellen, „ob die Bakterien Gene für bestimmte Arten von Antibiotikaresistenzen tragen.“ Jede Kartusche kann so eingestellt werden, dass sie nach einer Reihe von Bakterien und deren Antibiotikaresistenz sucht, je nachdem, welche Krankheit der Arzt bei dem Patienten vermutet.

ZUKUNFTSPOTENZIAL

Die Antibiotikaresistenz ist eines der größten globalen Risiken für die menschliche Gesundheit und ihre Bekämpfung stellt eine multidimensionale Herausforderung mit vielen Fronten dar: Die Auswirkungen sind weitreichend, nicht nur für Infektionskrankheiten, sondern für jede Art von Operationen und Therapien, die mit Infektionsrisiken einhergehen. Der Erkennung von Antibiotika, der Infektionsprävention und der Entwicklung neuer Antibiotika sowie alternativer Methoden zur Infektionsbekämpfung kommt daher eine große Bedeutung zu. Auch muss die Überversorgung mit Antibiotika begrenzt und die Wirksamkeit von Behandlungen sichergestellt werden. Technologien für Antibiotika-Empfindlichkeitstests werden dabei eine große Rolle spielen. Sobald die Ursache einer Infektion festgestellt ist, können Ärzte in Zukunft praktisch vor Ort entscheiden, ob eine Antibiotikabehandlung angebracht ist und welches Antibiotikum im jeweiligen Fall am wirksamsten wäre. Im Idealfall werden nutzlose Antibiotika-Behandlungen nicht mehr verschrieben oder sogar ohne Rezept eingenommen.



6 search_text = (health apps) OR (gesundheitsapps) OR (gesundheits-apps) OR (healthcare applications) OR (healthcare on mobile phone) OR (healthcare on mobile device) OR (apps gesundheit) OR (medical apps) OR (medizinische Apps) (fitness tracker) OR (health screening apps) OR (Körperwerte überwachen APP) OR (track body data app) OR (Ernährungsapps) OR (nutrition app) OR (heart rate tracker app) OR (pulse tracker app) OR (diagnosis app health) OR (therapy app health)



8 MIKROBIOM

KURZBESCHREIBUNG

Der Begriff Mikrobiom beschreibt entweder eine ökologische Gemeinschaft von Mikroorganismen (wobei das Ökosystem meist die Oberfläche oder das Innere eines größeren Organismus ist) oder die kollektiven Genome dieser Mikroorganismen.

Mikroben, die überall zu finden sind, in unserer Umwelt, auf unserer Haut, und innerhalb des menschlichen Körpers, bilden Mikrobiome, die sowohl positive als auch schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben können. Die Zusammensetzung des Mikrobioms kann von Mensch zu Mensch sehr unterschiedlich sein. Es wird angenommen, dass die Unterschiede durch Faktoren wie die Exposition gegenüber Mikroben in frühen Lebensphasen und durch die Ernährung beeinflusst werden. Auch Medikamente (insbesondere Antibiotika) und Umweltchemikalien (z.B. Bisphenole, Schwermetalle, Pestizide) können das Mikrobiom verändern.

Es ist nachgewiesen, dass das Mikrobiom das Immunsystem und den Stoffwechsel beeinflusst. Insbesondere der Zusammenhang zu Krebs wird intensiv untersucht.

DYNAMIK

Obwohl die Anzahl der Bakterien im menschlichen Körper bis zu 10-mal größer ist als die der menschlichen Zellen, wurde ein Großteil der medizinischen Forschung an menschlichen Zellen durchgeführt, während unser Verständnis des mikrobiellen Ökosystems noch in den Kinderschuhen steckt. Nichtsdestotrotz deuten immer mehr Hinweise darauf hin, dass Mikrobiome eine entscheidende Rolle für die menschliche Gesundheit spielen, und es werden in der Forschung derzeit Fortschritte in Bezug auf ihre Biodiversität und Interaktionen mit dem menschlichen Wirt gemacht.

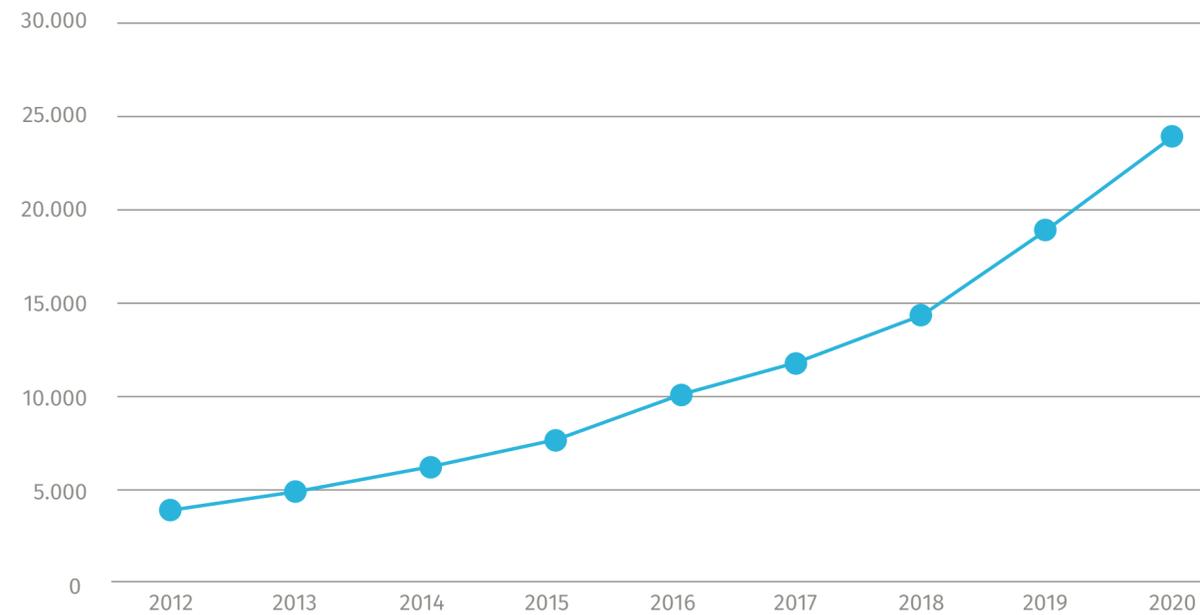


Abbildung 7: Anzahl der Publikationen pro Jahr zu Mikrobiom⁸

ZUM NACHLESEN

- Helmholtz Zentrum für Infektionsforschung (HZI): Das Mikrobiom
- Fachgesellschaft für Ernährungstherapie und Prävention (FETeV): Intestinales Mikrobiom – ein Überblick
- Hubert, M. Antibiotika verändern langfristig das Mikrobiom. CME 15, 38 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11298-018-6489-4>



⁸ search_text=(microbiom*) OR (mikrobiom*) OR (microorganism AND (human* OR health OR body)) OR (mikroorganism* AND (menschen OR gesundheit OR körper)) OR („microbiotic ecosystem“) OR („mikrobielles ökosystem“) OR (microbiome AND analysis) OR (microbiome AND therapy) OR (microbiome AND depression) OR (mikrobiom AND analyse) OR (mikrobium AND therapie) OR (mikrobium AND depression) OR („gut microbiota“) OR („gut microbiome“) OR („intestinal microbiota“) OR („microbiota composition“)



Inhaltsverzeichnis

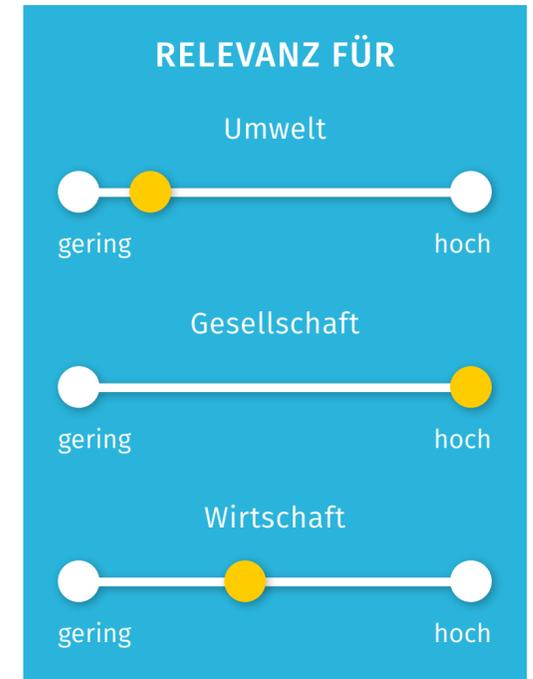
AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

- **Darmbakterien und Immuntherapie:** Forscher haben einen Zusammenhang zwischen den Mikroben im menschlichen Darm und dem Ansprechen auf eine Immuntherapie gefunden. Wenn diese Erkenntnisse in größeren Zahlen über verschiedene Krebsarten hinweg bestätigt werden, könnten sie erhebliche Auswirkungen auf die Krebsprognose und -behandlung haben.
- **Probiotische Bakterien und Depression:** Forscher haben einen spezifischen Mechanismus dafür entdeckt, wie Bakterien die Stimmung beeinflussen und nachgewiesen, dass eine direkte Verbindung zwischen der physischen und psychischen Gesundheit und der Vielfalt des Darmmikrobioms besteht. Die Zusammensetzung des Darmmikrobioms hängt auch mit der Entstehung von Depressionen zusammen.
- **Darmbakterien und Genaktivität:** Eine aktuelle Studie hat gezeigt, wie gute Darmbakterien unsere Genaktivität kontrollieren und möglicherweise helfen können, Darmkrebs zu verhindern. Die Studie beschreibt, wie chemische Botschaften, die von den Darmbakterien produziert werden, einen Prozess in Gang setzen können, der letztlich bestimmte Gene an- und ausschaltet.
- **Mikrobiom-Intervention und Insulin:** Die Forschung hat gezeigt, dass eine gezielte Mikrobiom-Intervention helfen kann, die Insulinaktivität zu kontrollieren, was für Menschen, die an Diabetes und Adipositas leiden, hilfreich ist.
- **Mikrobiom-Analyse und Monitoring-Tools:** Klinische Phase-zwei-Studien von Kapseln zum Einnehmen sind in der Lage, die vom Darmmikrobiom erzeugten Gase zu analysieren und so bei der Diagnose des Reizdarmsyndroms und der Verfolgung der Behandlungseffizienz zu helfen.

ZUKUNFTSPOTENZIAL

Neue Berechnungswerkzeuge könnten Daten sammeln und verarbeiten, um eine Metagenomics-Analyse des Mikrobioms zu ermöglichen. Durch die DNA-Sequenzierung ist eine detaillierte Charakterisierung des menschlichen Mikrobioms möglich und kann über große Datenbanken ausgewertet werden. Darüber hinaus würde das Verständnis mikrobieller Muster in größerem Maßstab erweitert werden. Dieses Wissen wird die Tür zu neuen Anwendungen öffnen, die die Zusammensetzung des Darmmikrobioms verändern und die systemische und antitumorale Immunantwort verbessern könnten. Das Ansprechen der Patienten auf PD-1-Medikamente könnte verfeinert werden. Diese Erkenntnisse könnten auch dazu führen, dass die Aktivität unserer Gene direkt über die Darmbakterien verändert werden kann. Zukünftige Therapeutika werden Optionen zur Behandlung psychischer und physischer Erkrankungen wie Depressionen, Prädiabetes und Diabetes Typ II bieten. Neue Erkenntnisse könnten auch Krebstherapien und Nahrungsergänzungsmittel grundlegend verändern.

Darüber hinaus wird die Erforschung der Wechselwirkung zwischen Antibiotika und Mikroorganismen einen Einfluss auf die Verabreichung von Medikamenten und Antibiotika-Therapien haben. Während Antibiotika derzeit alle (und damit auch die guten) Bakterien abtöten, wäre es denkbar, neue gezielte Antibiotika zu entwickeln. Alternativ könnten Antibiotika bei der Therapie reduziert oder weggelassen werden, wenn die Mikrobiome so beeinflusst werden, dass sich die Bakterien gegenseitig bekämpfen.



9 EPIGENETIK

KURZBESCHREIBUNG

Epigenetik ist eine neue Disziplin innerhalb der Genetik, die sich mit vererblichen Veränderungen in genetischen Funktionen ohne Veränderung der DNA beschäftigt. Sie erforscht jene Eigenschaften von Genen, die nicht durch die DNA selbst, sondern durch deren Ablesebereitschaft in Erscheinung treten. Epigenetische Informationen werden durch verschiedene Biomoleküle vermittelt, die wie chemische Schlösser den Zugang zu bestimmten DNA-Sequenzen verwehren oder freigeben und so deren Aktivierbarkeit kontrollieren.

Der epigenetische Code kann bewirken, dass bei einem Menschen eine Erbkrankheit ausbricht, während sein genetisch identischer Zwilling verschont bleibt. Manche epigenetischen Markierungen ändern sich im Tag-Nacht-Rhythmus, andere bleiben dauerhaft bestehen, wieder andere werden über die Keimzellen an nachfolgende Generationen vererbt. Welcher epigenetische Code sich bei einem Menschen etabliert und ob er sich im Laufe des Lebens verändert, bestimmen neben Umwelteinwirkungen, natürlichen Entwicklungsprozessen und körpereigenen Signalstoffen auch die Essgewohnheiten und weitere Aspekte der Lebensführung. Das Deutsche Zentrum für Diabetesforschung (DZD) untersucht die Bedeutung epigenetischer Faktoren bei der Entstehung von Diabetes und Adipositas.

DYNAMIK

Forschungsergebnisse deuten zunehmend auf Verbindungen zwischen vielen Krankheiten (z.B. Stoffwechselkrankheiten wie Insulinresistenz) und epigenetischen Prozessen hin. Entsprechend intensiv ist die Forschung zu den Zusammenhängen, ihrer Beeinflussung und gezielter Nutzung für Therapien.

Langfristiges Ziel der epigenetischen Forschung ist es, Medikamente zur Therapie von chronischen Krankheiten zu entwickeln. Am besten untersucht sind Wirkstoffe, die in epigenetische Prozesse bei der Krebsentstehung eingreifen.

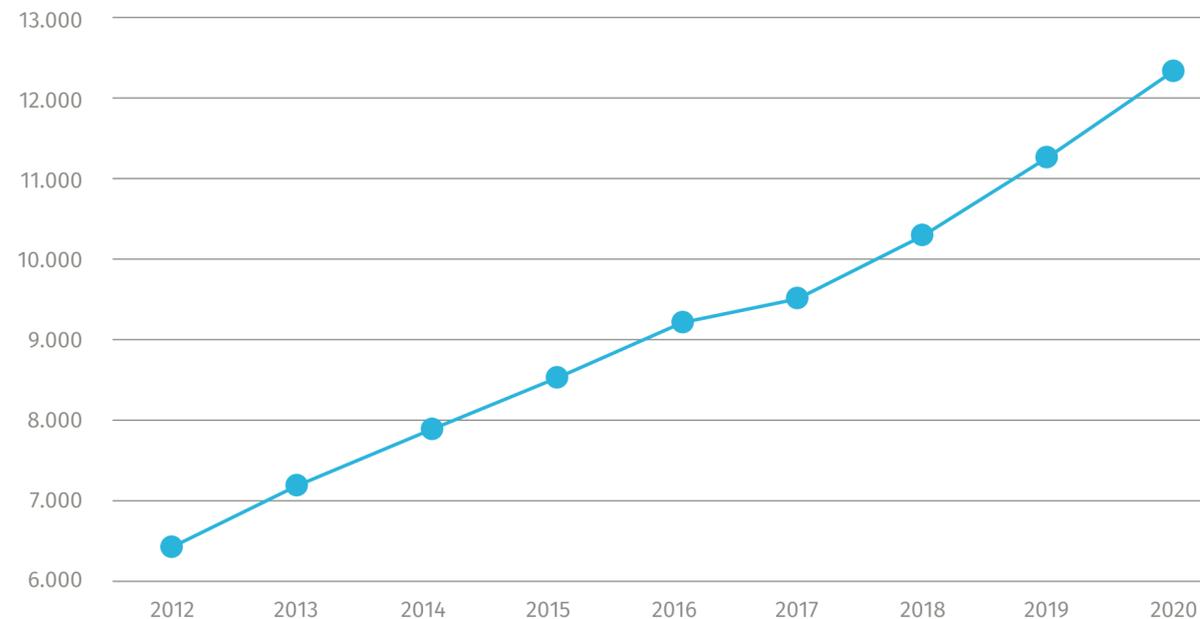


Abbildung 8: Anzahl der Publikationen pro Jahr zu Epigenetik⁹

ZUM NACHLESEN

- [Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF \(2016\): Epigenetik: Essgewohnheiten schlagen sich im Erbgut nieder](#)
- [Deutsche Apothekerzeitung: Epigenetik, Biomodulatoren und Krankheiten](#)
- [Planet Wissen: Epigenetik – Forschung](#)
- [SWR2: Epigenetik – Verändert der Lebensstil die Vererbung?](#)
- [Helmholtz Zentrum München, Lungeninformationsdienst: Epigenetik: Welchen Nutzen hat dieser Forschungsansatz?](#)

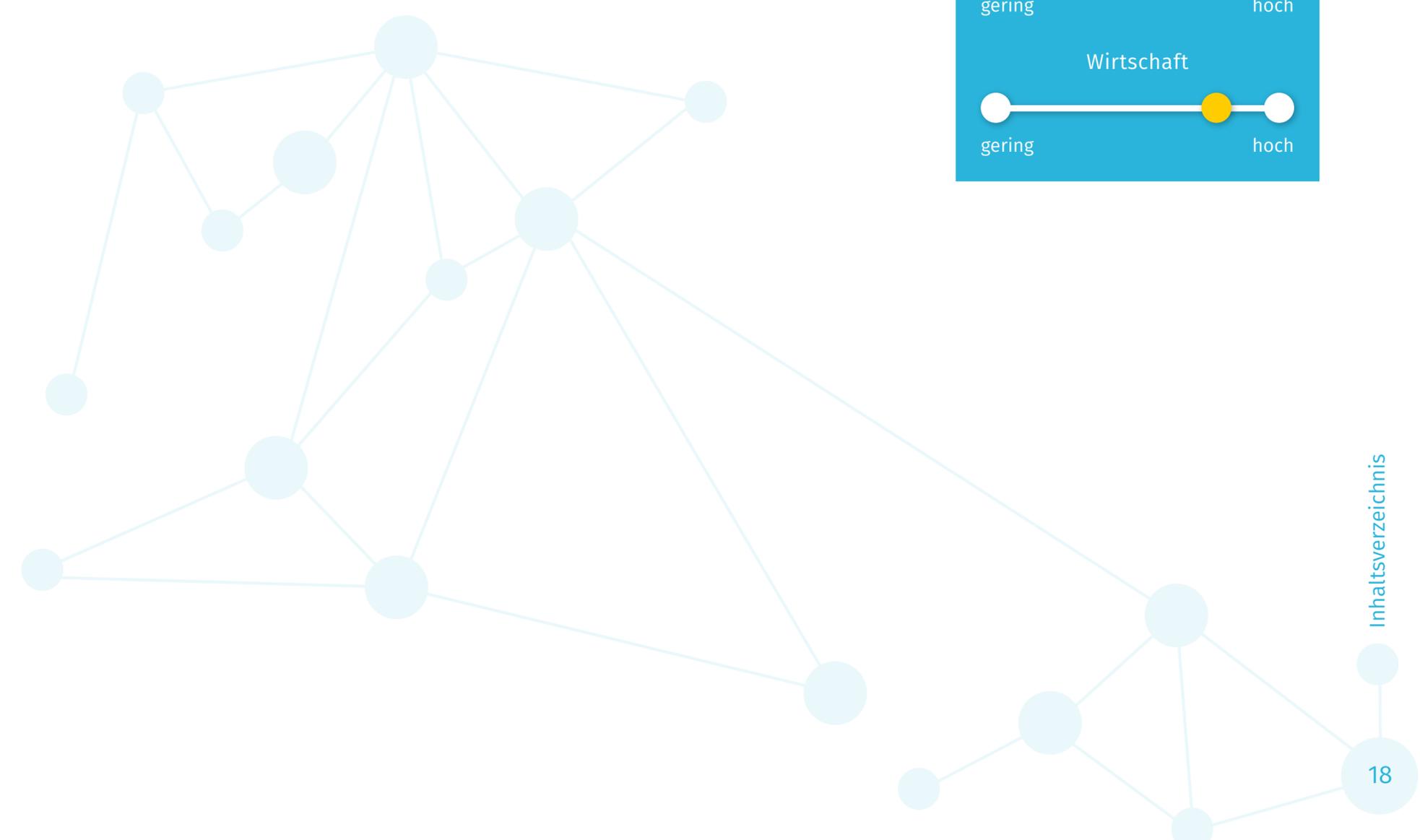
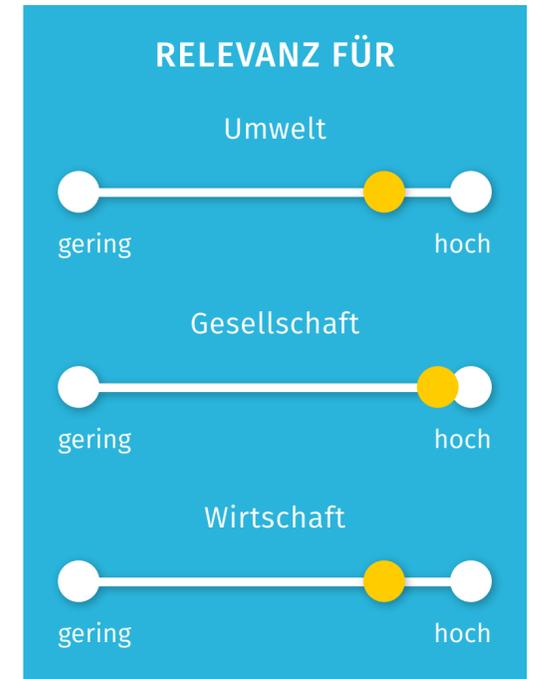
⁹ search_text=(„epigenetics“) OR („Epigenetik“) OR („epigenetic regulation“) OR („epigenetic modifications“) OR („epigenetic changes“) OR („change in genes without change in DNA“) OR („epigenetic information“) OR („epigenetic code“) OR („epigenetischer code“) OR („epigenetische Veränderungen“) OR (epigenetic* AND illness) OR (epigenetic* AND cancer) OR (epigenetik AND krankheiten) OR (epigenetik AND krebs)

AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

- Diagnosemethoden für das Monitoring des Risikos für Krebs und unheilbare Krankheiten durch Überwachung der epigenetischen Regulation der Genexpression werden in den nächsten Jahren erwartet.
- Eine Reihe von DNA-Impfungen gegen Krankheiten wie Zika, Vogelgrippe, Ebola, HIV und verschiedene Krebsarten sind in der Entwicklung. Mikro- und Nanopartikel aus Biomaterialien gewinnen als Trägerstoffe für DNA-Impfungen an Bedeutung.
- Immer mehr Forschungsergebnisse belegen, dass bereits im Mutterleib epigenetische Prozesse wie die DNA-Methylierung oder HAT-Modifizierungen die Entwicklung des Ungeborenen steuern. Sie stehen nicht nur in Zusammenhang mit der Entstehung von Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen. Auch verdichten sich die Hinweise, dass eine solche frühe epigenetische Programmierung auch für die spätere Entstehung von Asthma oder COPD eine Rolle spielen kann.
- Ein Bereich der Epigenetik, der in den letzten Jahren ebenfalls Fortschritte gemacht hat, ist die sogenannte Epitranskriptomik. Dieser Forschungszweig untersucht nicht die chemischen Veränderungen der DNA, sondern Modifikationen an der RNA, einem Zwischenprodukt, das bei der Produktion von Proteinen benötigt wird. Untersuchungen konnten bereits zeigen, dass Methylgruppen an einer bestimmten Base der RNA, dem Adenin, eine entscheidende Rolle bei der Zelldifferenzierung spielen. So bleiben Zellen, denen diese spezielle Markierung fehlt, in ihrer Entwicklung stecken und schaffen es nicht, sich zu spezialisierten Zellen zu entwickeln. Zudem gibt es Hinweise darauf, dass die Adenin-Methylierung auch an der Entstehung von Krebs und Fettleibigkeit (Adipositas) beteiligt sein könnte.

ZUKUNFTSPOTENZIAL

Die Epigenetik hat nicht nur eine große Bedeutung für die Gesundheit, sondern auch für die Umwelt, da sie den engen Zusammenhang zwischen menschlicher und planetarer Gesundheit verdeutlicht. Auch soziale und kulturelle Auswirkungen sind denkbar, da ein Zusammenhang zwischen der Epigenetik und bestimmten Verhaltensweisen besteht.



10 LIQUID BIOPSY

KURZBESCHREIBUNG

Die Flüssigbiopsie ist ein Schnelltest zur DNA-Mutationsanalyse potenzieller Krankheitsmarker, die in nicht-festem biologischem Gewebe (typischerweise Blut, aber auch Urin, Speichel, Liquor oder anderen Körperflüssigkeiten) vorhanden sind, entweder in Form von zellfreier DNA (cfDNA) oder miRNA-Fragmenten, zirkulierenden Tumor- oder Immunzellen oder extrazellulären Vesikeln. Im Körper von Krebspatienten können zirkulierende Tumorzellen im Blut ebenso vorhanden sein wie Exosomen oder anderes von Tumorzellen stammendes Material, insbesondere zirkulierende Tumor-DNA (ctDNA), die einen kleinen Teil der cfDNA ausmacht. Ziel der Liquid Biopsy ist die Früherkennung zahlreicher Krebsarten, die Bestimmung einer passenden Behandlungsmethode und die Überwachung nach der Diagnose und während der Behandlung in Echtzeit. Der Vorteil der Liquid Biopsy liegt auf der Hand – anstelle einer invasiven Probenentnahme genügt eine Blutprobe. Das Verfahren kommt damit auch für Krebsarten in Frage, bei denen eine Nadelbiopsie riskant ist, z.B. bei Lungen- oder Hirntumoren.

DYNAMIK

Modernste Technologien ermöglichen es, die DNA schnell und kostengünstig zu finden, zu amplifizieren und zu sequenzieren. Im Vergleich zur konventionellen Gewebebiopsie ist die Flüssigbiopsie weniger belastend und risikoärmer (geringeres Risiko von Blutungen, Nervenverletzungen oder Krankheitsausbreitung, je nach betroffenem Gewebe). Theoretisch kann eine Flüssigbiopsie das gesamte Spektrum an Mutationen in einem Tumor nachweisen und so ein Fortschreiten der Krankheit erkennen und anzeigen, wann eine aggressivere Behandlung erforderlich ist.

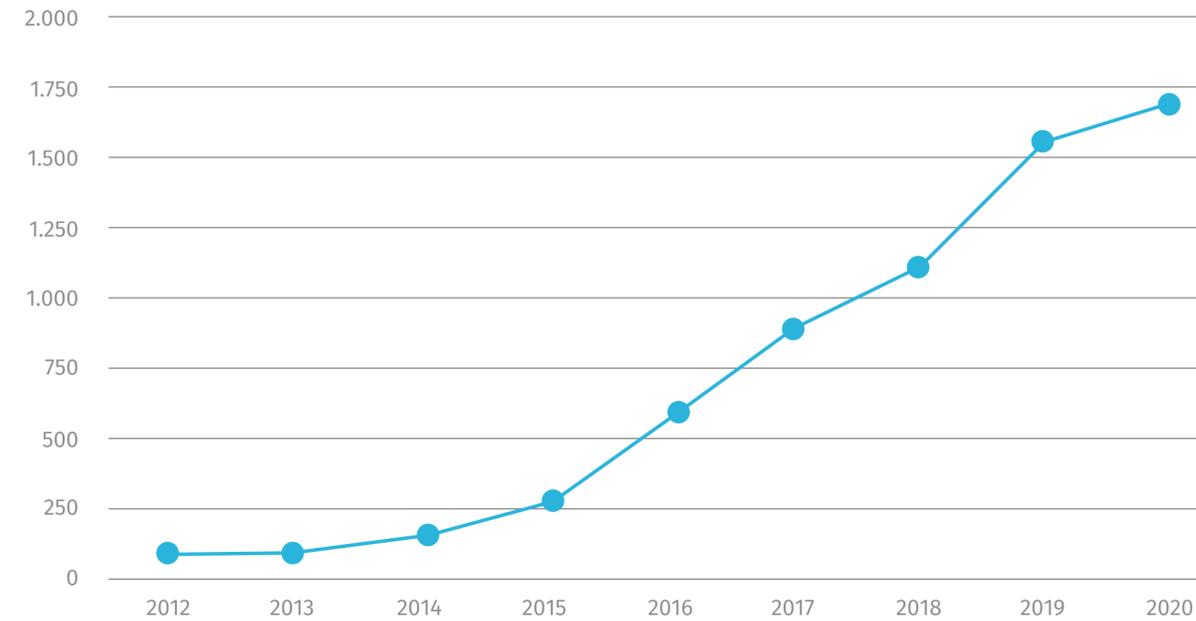


Abbildung 9: Anzahl der Publikationen pro Jahr zu Liquid Biopsy¹⁰

Für die Deutsche Gesellschaft für Pathologie (DGP) steht der Einsatz der Liquid Biopsy allerdings unter Vorbehalt. Denn noch gebe es bei dem Verfahren zu große Unsicherheiten, um damit verlässliche Aussagen für Diagnostik oder Therapie treffen zu können. Zellfreie zirkulierende Tumor-DNA ist nicht bei allen, sondern bei etwa 70% der metastasierten Tumorerkrankungen nachzuweisen. Für Gehirntumoren sei der cfDNA-Nachweis wegen der Blut-Hirn-Schranke sogar komplett ungeeignet, da nur extrem wenige DNA-Fragmente im Blut aufgefunden werden können. Kritisch gesehen wird von manchen Molekularpathologen auch die kommerzielle blutbasierte Analyse tumorspezifischer Treibermutationen. Noch mangle es an einer Standardisierung bestehender cfDNA-Isolations- und -Analyse-technologien sowie am Qualitätsmanagement der Probenbearbeitung.

¹⁰ search_text=(„liquid biopsy“) OR („Flüssigbiopsie“) OR (Schnelltest zur DNA-Mutationsanalyse) OR (Rapid test for DNA mutation analysis)

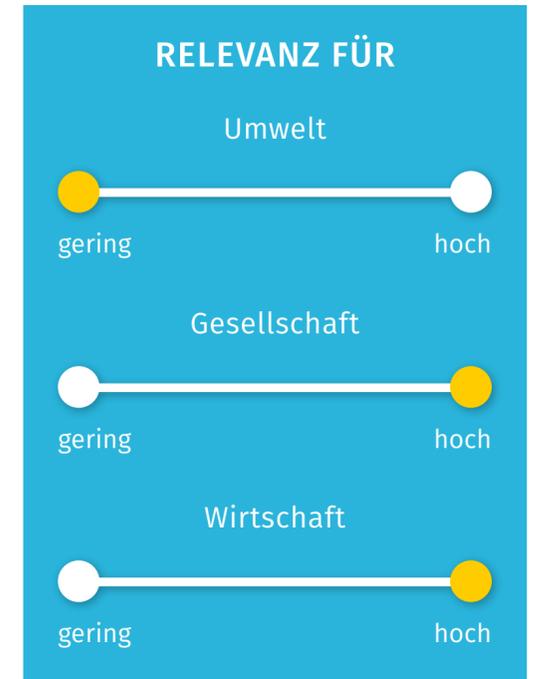
AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

- Erste Serien von Testkits konzentrieren sich auf EGFR-Mutationsallele als Marker für ein nicht-kleinzelliges Lungenkarzinom (NSCLC) oder RAS-Mutationen im Zusammenhang mit einem metastasierenden kolorektalen Karzinom (mCRC). Zirkulierende Tumorzellen sind bei den meisten bekannten Krebsarten nachgewiesen worden, und ihr Vorhandensein im Blut korreliert mit der Aggressivität der Krankheit. Kürzlich durchgeführte Studien erbrachten einen Proof of Concept, der bewies, dass die Flüssigbiopsie auch für eine viel breitere Palette von Krebsarten wie Retinoblastom-Augentumor angewendet werden kann.
- Eine einfache mechanische Chip-basierte Technologie wurde eingeführt, die sich als effektiver erwies als der mikrofluidische Ansatz, der in aktuellen Diagnosegeräten auf dem Markt für Biopsiegeräte verwendet wird. Eine der wichtigsten ergänzenden Techniken in der Entwicklung ist eine neue Blutstabilisierungsmethode, die die Lebensdauer von Blutproben für die mikrofluidische Sortierung und das Transkriptom-Profilung von seltenen zirkulierenden Tumorzellen deutlich verlängert. Diese Methode wird ein wesentliches Hindernis bei der Umsetzung von Liquid-Biopsy-Technologien für die Präzisionsonkologie und andere Anwendungen überwinden.

ZUKUNFTSPOTENZIAL

Nach klinischen Studien könnte die Flüssigbiopsie zur Hauptmethode für die Krebsdiagnose werden und einen schnellen und einfachen Screening-Test für die Erkennung von Krebs und die Bestimmung seines Typs sowie die Festlegung des Behandlungsverlaufs bieten. Die Fähigkeit, Körperflüssigkeiten über das Blut hinaus zu analysieren, wird sich in dem Maße verbessern, wie verfeinerte Methoden, einschließlich Probenvorbereitung und Empfindlichkeitsoptimierung, entwickelt werden. Die in der Flüssigbiopsie eingesetzten Technologien können auch für andere diagnostische Bereiche in der Zahnmedizin (Parodontalerkrankungen, Kariesrisikobewertung, Kieferorthopädie), Pharmakotherapie (Überwachung des therapeutischen Medikamentenspiegels, Medikamentenmissbrauch, Bewertung von Medikamentenresistenzen usw.), Infektiologie, Kardiologie, Nephrologie, pränatale Tests, Organtransplantationsüberwachung, Immunologie und Forensik von Nutzen sein.

Die Fortschritte in der Flüssigbiopsie können die diagnostischen Möglichkeiten bei Krankheiten, bei denen derzeit keine Standardbiopsie etabliert ist, deutlich verbessern, so dass der Begriff „Flüssigbiopsie“ durch einen anderen ersetzt werden kann. Neben genotypischen Messungen von Tumormutationen werden zukünftig auch phänotypische Informationen ausgewertet. Das Screening wird durch Liquid Biopsy schneller und kostengünstiger.



ZUM NACHLESEN

- Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ): Liquid Biopsy
- Deutsche Krebsgesellschaft (DKG): Liquid Biopsy – Eine Revolution in der Diagnostik und Therapie von Krebs?

11 BILDGEBUNGSVERFAHREN

KURZBESCHREIBUNG

Bildgebende Verfahren bilden das Körperinnere ab – entweder ganz oder teilweise. Sie helfen Ärzten bei der Diagnose einer Erkrankung, der Feststellung des Schweregrads und bei der Überwachung von erkrankten Patienten. Die meisten bildgebenden Verfahren sind schmerzlos, relativ sicher und nicht invasiv, d. h. ein Schnitt in die Haut oder das Einführen eines Instruments in den Körper ist nicht notwendig. Mittel zur Bildgebung sind entweder Bestrahlung, Schallwellen, Magnetfelder oder Substanzen, die geschluckt, gespritzt oder eingeführt werden.

3-D-Kamerasysteme und technische Fortschritte bei Mikroskopen, signalverarbeitenden Sensoren und der Nachbearbeitung und Analyse von Bildern erreichen neue Dimensionen und ermöglichen neue Anwendungen und Erkenntnisse im Bereich technischer Systeme sowie in biologischen und medizinischen Bereichen. So können zum Beispiel lebende Zellen und Organismen in verschiedenen Tiefen und über größere Flächen nahezu in Echtzeit beobachtet werden, komplexe molekulare Strukturen können schneller und einfacher erfasst werden und Mikroskope und Kamerasysteme immer mehr Substanzen und Materialien detektieren.

DYNAMIK

Im Bereich der Augmented Reality und des autonomen Fahrens tragen neue bildgebende Verfahren zu einer dynamischen Entwicklung bei und die dynamische Entwicklung im Bereich der KI verbessert die Möglichkeiten der Nachbearbeitung von Bildern auch im medizinischen Bereich immens.

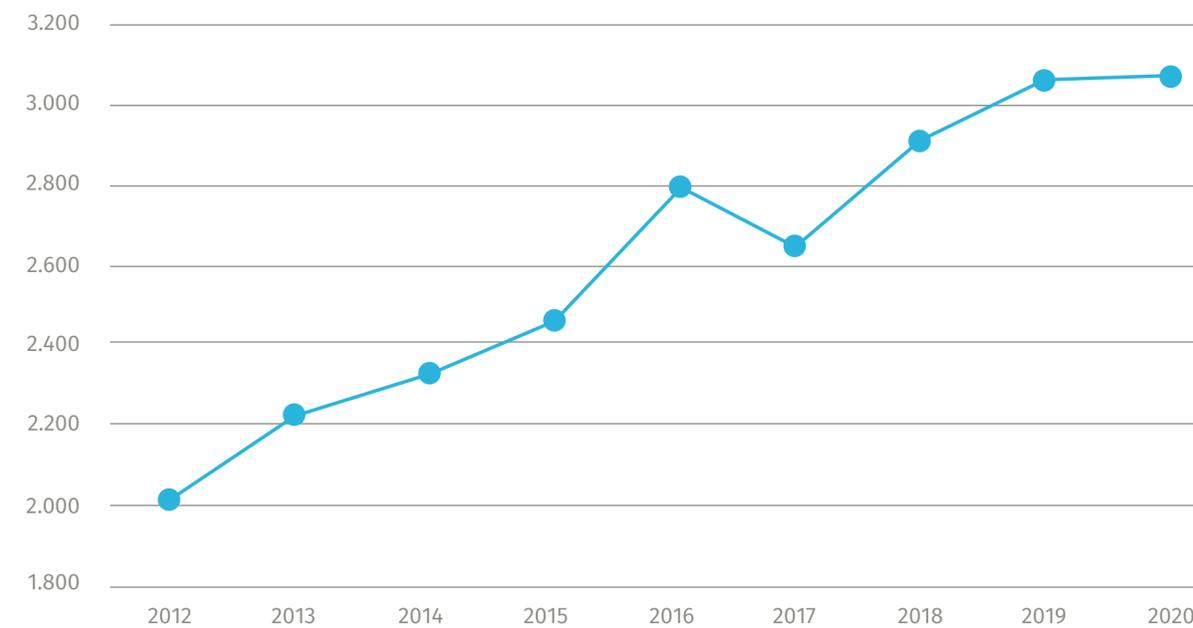


Abbildung 10: Anzahl der Publikationen pro Jahr zu Bildgebungsverfahren in der Medizin¹¹

¹¹ search_text=((Bildgebungsverfahren) OR (imaging procedures) OR (signal processing for imaging) OR (progressive camera systems) OR (3-D camera systems) OR ((progressive OR new) AND microscope*) OR (new imaging calculations)) AND ((„biology“ OR („medicine“) OR („cells“) OR („organisms“) OR („health“) OR („in vivo“) OR („human body“))



AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

- Die Multifokus-Technik ermöglicht die Beobachtung lebender Zellen und Organismen mit hoher Geschwindigkeit und hohem Kontrast in verschiedenen Tiefen.
- Die Optical-sectioning structured illumination microscopy (OS-SIM) ist eine Weitfeld-Fluoreszenz-Imaging-Technik, die Anwendungen im Bereich der In-vivo-Bildgebung ermöglicht.
- Durch die Kombination eines leistungsstarken Elektronenmikroskops mit einer hochempfindlichen Kamera und fortschrittlicher Bildverarbeitung (Chambolle Total Variation Denoising) sind Forscher der Universität Tokio in der Lage, einzelne Moleküle in Bewegung mit 1.600 Bildern pro Sekunde abzubilden, was etwa 100 Mal schneller ist als bisherige Methoden.
- Forscher haben die erste Megapixel-Photonen-Zählkamera entwickelt, die auf einer neuen Generation von Bildsensoren basiert, die Single-Photon-Avalanche-Dioden (SPADs) verwenden. Die neue Kamera kann einzelne Photonen des Lichts mit noch nie dagewesener Geschwindigkeit erfassen.

ZUKUNFTSPOTENZIAL

Die Kombination oder Fusion verschiedener Bildgebungsmodalitäten wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen, da so die Vorteile verschiedener Methoden, wie z.B. hohe räumliche Auflösung und hohe zeitliche Auflösung, genutzt werden können.

Leistungsstarke Berechnungen könnten in Zukunft die visuelle Übertragung und vor allem die Verarbeitung von Bildern aus Mikroskopen in Echtzeit ermöglichen, was die Qualität der Bilder stark verbessern würde. Damit könnte ein Zielkonflikt aufgelöst werden, der sich daraus ergibt, dass die Aufnahme von Bildern mit hoher Auflösung größere Datenmengen erzeugt, was wiederum zu längeren Übertragungszeiten führt und damit die Abbildungsgeschwindigkeit beeinträchtigt. In Zukunft wird es möglich sein, Hochgeschwindigkeitsereignisse mit hoher Auflösung zu erfassen.



ZUM NACHLESEN

- Medizintechnik Markt: Bildgebende Verfahren in der Medizin – Diagnostische Bildgebungsverfahren in der Übersicht
- Quarks.de: Chancen und Risiken von Bildgebenden Verfahren in der Medizin
- MEDICA Magazin: KI in der Bildgebung: wie Maschinen unsere Datenberge bezwingen
- Optica (2020): Researchers develop simple way to capture high quality 3-D images of live cells and organisms (phys.org)
- Optica (2020): New Photon-Counting Camera Captures 3D Images with Record Speed and Resolution (osa.org)



12 KI-ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNG

KURZBESCHREIBUNG

Künstliche Intelligenz (KI) und Machine Learning (ML) können in der Medizin in vielen Bereichen verwendet werden. Beispiele sind massive Zeitersparnisse bei gleichzeitiger verbesserter Analyse in der Radiologie (Entlastung bei Routineaufgaben), besserer Zugang zu komplizierter Technik (Bereitstellung von Spezialwissen) oder das kontinuierliche Monitoring von Patientendaten (Labor). Der Fokus liegt hier auf dem Einsatz zur Lösung konkreter, klar definierter Fragestellungen und der Entscheidungsfindung.

KI ist besonders dann gut, wenn es um die Ermittlung spezifischer Klassifikationen geht. Bei zu vielen Möglichkeiten (bspw. Dermatologie, 2.000–3.000 definierbare Krankheitsbilder) ist sie ohne Einschränkung der Datenbasis weniger effektiv. Es gibt prinzipiell drei inhaltliche Problemstellungen:

- die robuste Vorhersage,
- die Abdeckung der Krankheitsfälle der Entscheidungsunterstützung und
- die Nachvollziehbarkeit.

DYNAMIK

Obwohl KI- und ML-Systeme teilweise deutlich zuverlässiger und schneller als Spezialisten arbeiten, gibt es dennoch Herausforderungen in Bezug auf neue Krankheiten. So zeigt sich vor allem bei Covid-19, dass (zumindest in der Anfangsphase der Pandemie) KI und ML zwar nur selten direkt in der Patientenfürsorge eingesetzt, über Umwege (z.B. Analyse der publizierten Literatur) aber dennoch genutzt wurden.

Künstliche Intelligenz gewinnt in Unternehmen, dem täglichen Leben und in der Medizin rasant an Bedeutung und es zeichnet sich eine enorme Dynamik ab. Grundlage des Erfolgs

sind Innovationen in der Prozessor- und Speichertechnologie, im Cloud Computing, der Sensorik, dem Internet der Dinge und der Robotik. Die größte Herausforderung für die Gesellschaft ist vermutlich darin zu sehen, dass sich mit der breiten Nutzung von Big Data und KI auch in der Medizin die Entscheidungsprozesse und -routinen neu justieren – inklusive der vorbereitenden, begleitenden oder kommentierenden Information und Kommunikation. Gewohnte Routinen werden sich verändern oder in einen neuen Bedeutungsrahmen eingefügt werden. Dies hat Auswirkungen auf die inhärente Qualität von Entscheidungsprozessen, auf die Verantwortung für das Ergebnis von Entscheidungsprozessen, aber auch auf die durch Entscheidungsverfahren erzeugte Legitimität.

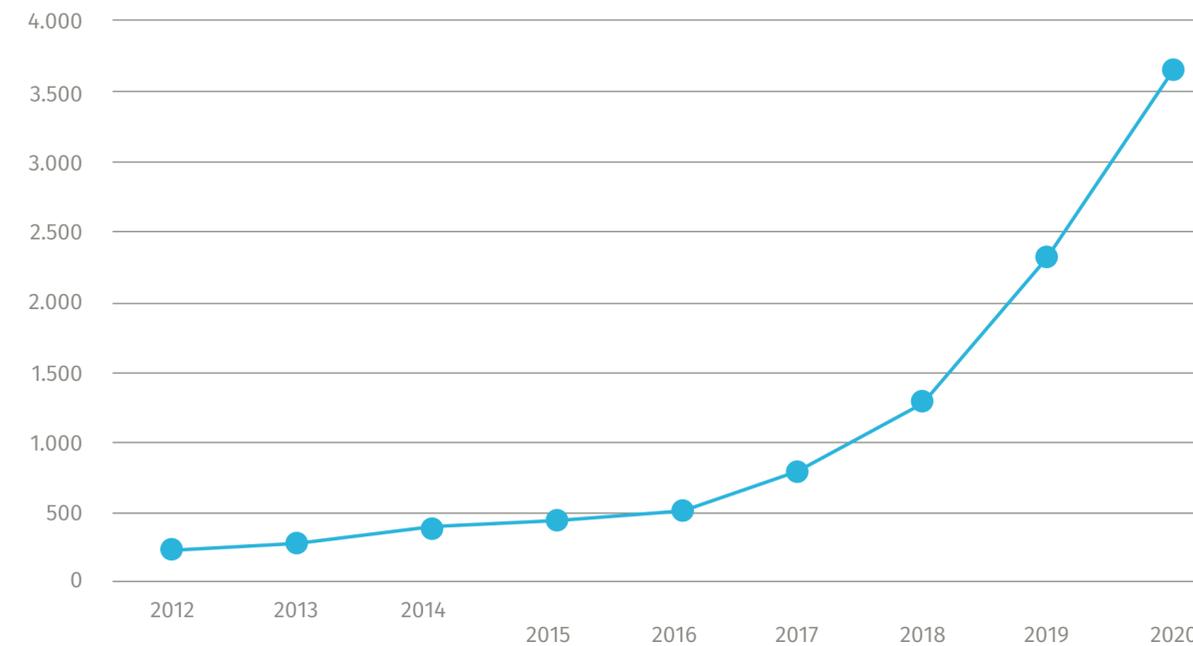


Abbildung 11: Anzahl der Publikationen pro Jahr zu KI-Entscheidungsunterstützung¹²

ZUM NACHLESEN

- Bitkom e.V.: [Artificial Intelligence: Entscheidungsunterstützung mit Künstlicher Intelligenz](#)
- Zentrale Ethikkommission (ZEKO): [Entscheidungsunterstützung ärztlicher Tätigkeit durch Künstliche Intelligenz](#)
- DMEA: [Künstliche Intelligenz durchdringt das Gesundheitswesen](#)



¹² search_text = ((„artificial intelligence“) OR („AI“) OR („künstliche intelligenz“) OR („KI“) OR („machine learning“) OR („maschinelles lernen“)) AND ((„decision support“) OR („decision making“) OR („decision“) OR („entscheidung*“) OR („zeitersparnis“) OR (time saving)) AND ((„medicine“) OR („medizin“) OR („health“) OR („gesundheit“) OR („diagnostic“) OR („radiology“) OR („radiologie“) OR („labor“) OR („lab“) OR („patient“) OR („diagnose“) OR („illness“) OR („krankheit“) OR („care“) OR („pflege“) OR („therapy“) OR („therapie“))



AUSGEWÄHLTE AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

Konkrete Anwendungen, in denen KI/ML eingesetzt werden kann, sind zum Beispiel:

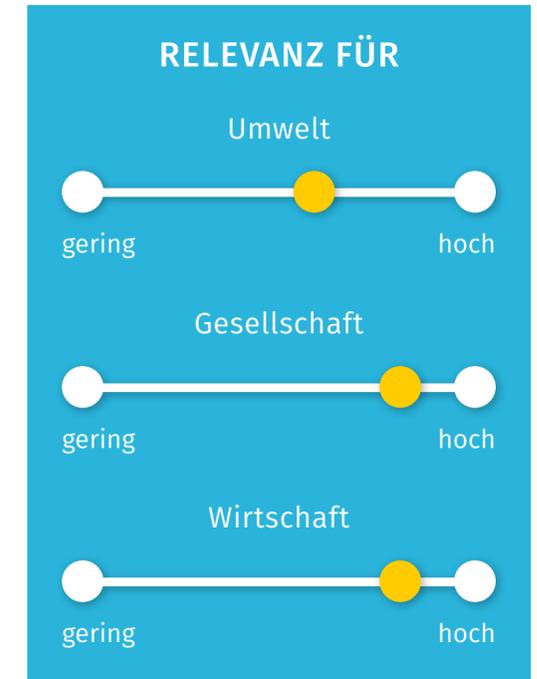
- Patientennahe diagnostische Anwendungen:**
 KI-Systeme machen medizinisches Wissen für Patientinnen und Patienten besser zugänglich. KI-gestützte Diagnosehilfen wie Ada Health oder Babylon Health können die Aufmerksamkeit für Gesundheitsprobleme schärfen und – zum Beispiel im Kontext seltener Erkrankungen – dazu beitragen, dass Betroffene früher erkannt und entsprechend besser medizinisch versorgt werden. KI kann auch zu einer Optimierung des patientennahen Vitalwerte-Monitorings beitragen. So hat das Unternehmen Valencell eine KI-basierte Technologie entwickelt, die es erlaubt, den Blutdruck über In-Ohr-Kopfhörer manschettenfrei und sehr zuverlässig zu messen.
- Optimierung der radiologischen Bildanalytik:**
 In der Radiologie werden KI-Algorithmen Radiologen künftig vielfältig unterstützen, ohne sie zu ersetzen. Radiologen werden von Routineaufgaben entlastet und können sich mehr jenen Patient:innen widmen, bei denen menschliche Expertise wirklich gefragt ist. Ein Beispiel für die Richtung, in die es geht, liefert das Universitätsklinikum Essen, wo KI-Algorithmen den **Zeitaufwand** für eine Lebervolumetrie auf Basis von CT-Daten von 30 auf eine Minute **reduziert** haben. Auch bei der Ermittlung der Läsionslast bei Multipler Sklerose und bei der Bestimmung des Knochenalters sparen Algorithmen den Essener Radiologen relevant Zeit ein.
- Leichter Zugang zu komplizierter Technik:**
 KI-Algorithmen können dazu beitragen, diagnostische Techniken, die Spezial-Know-how erfordern, breiter zugänglich zu machen. So hat die FDA Anfang des Jahres die KI-gestützte Software Caption Guidance zugelassen, die medizinisches Personal bei der Erstellung von Echokardiographien unterstützt – unter anderem bei der Platzierung und Ausrichtung der Sonde. Sie generiert auch automatisch Bilder bzw. Ultraschallfilme, sobald die Zielregion im Schallkegel sichtbar ist.

- Entscheidungsunterstützung:**
 Künftig werden klinische Informationssysteme oder Praxis-IT-Systeme den Ärztinnen und Ärzten und/oder den Pflegekräften in immer mehr Situationen KI-Tools anbieten, die sie bei medizinischen oder pflegerischen Entscheidungen unterstützen. Das können Warnungen vor drohenden Verschlechterungen auf Basis von Monitoring- und Labor-daten sein, aber auch patientenindividuelle Vorschläge bezüglich der nächsten diagnostischen oder therapeutischen Schritte.

ZUKUNFTSPOTENZIAL

Zukunftspotenziale haben Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen zum Beispiel beim Zugang zu Diagnose- und Therapiemöglichkeiten ohne Spezialwissen (Home Care oder bei Ärzt:innen). Dadurch, dass mehr Zeit für Mensch-zu-Mensch Interaktionen bleibt, kann die Therapie verbessert werden.

Durch die Unterstützung bei der Datenanalyse können Pflege und Behandlung in Anbetracht des demografischen Wandels bei gleichbleibend wenig Personal und mehr Patient:innen verbessert werden.



13 BEWERTUNG FÜR DAS MÜNSTERLAND

Nach der Vorstellung aller Themen in einer Denkfabrik wurden die Teilnehmenden jeweils gebeten einzuschätzen, wie das Thema zu den eigenen Interessen, Entwicklungs- und Forschungsschwerpunkten passt, wie sie die Passfähigkeit zu den wirtschaftlichen Stärken des Münsterlandes bewerten und mit welchem Aufwand die Erschließung des Themas verbunden sein könnte. Alle Themen wurden auf einer Skala von 1 (gering) bis 5 (hoch) bewertet. Es haben sich jeweils ca. 20 Teilnehmende an der Befragung beteiligt.

#1 NACHHALTIGE BAUPLANUNG MIT BIM

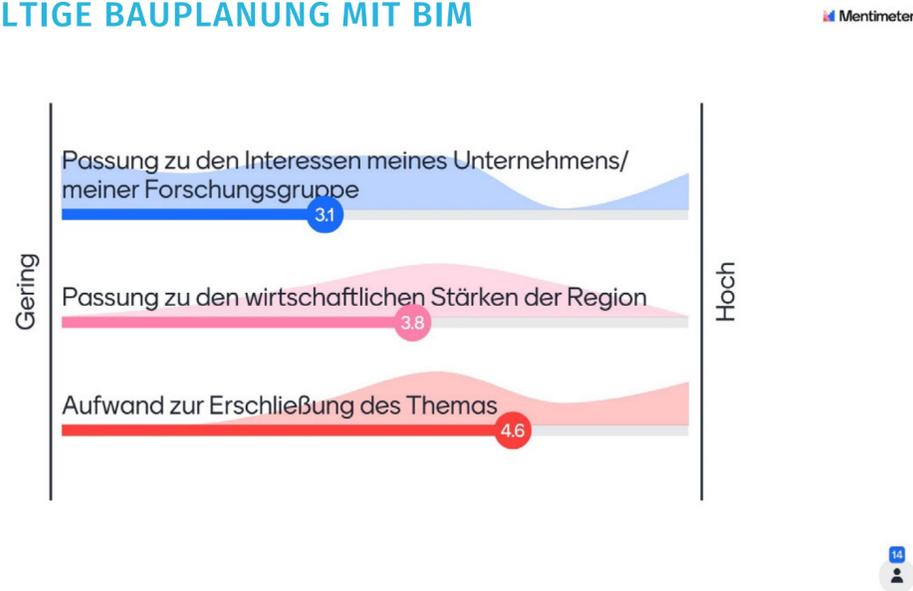
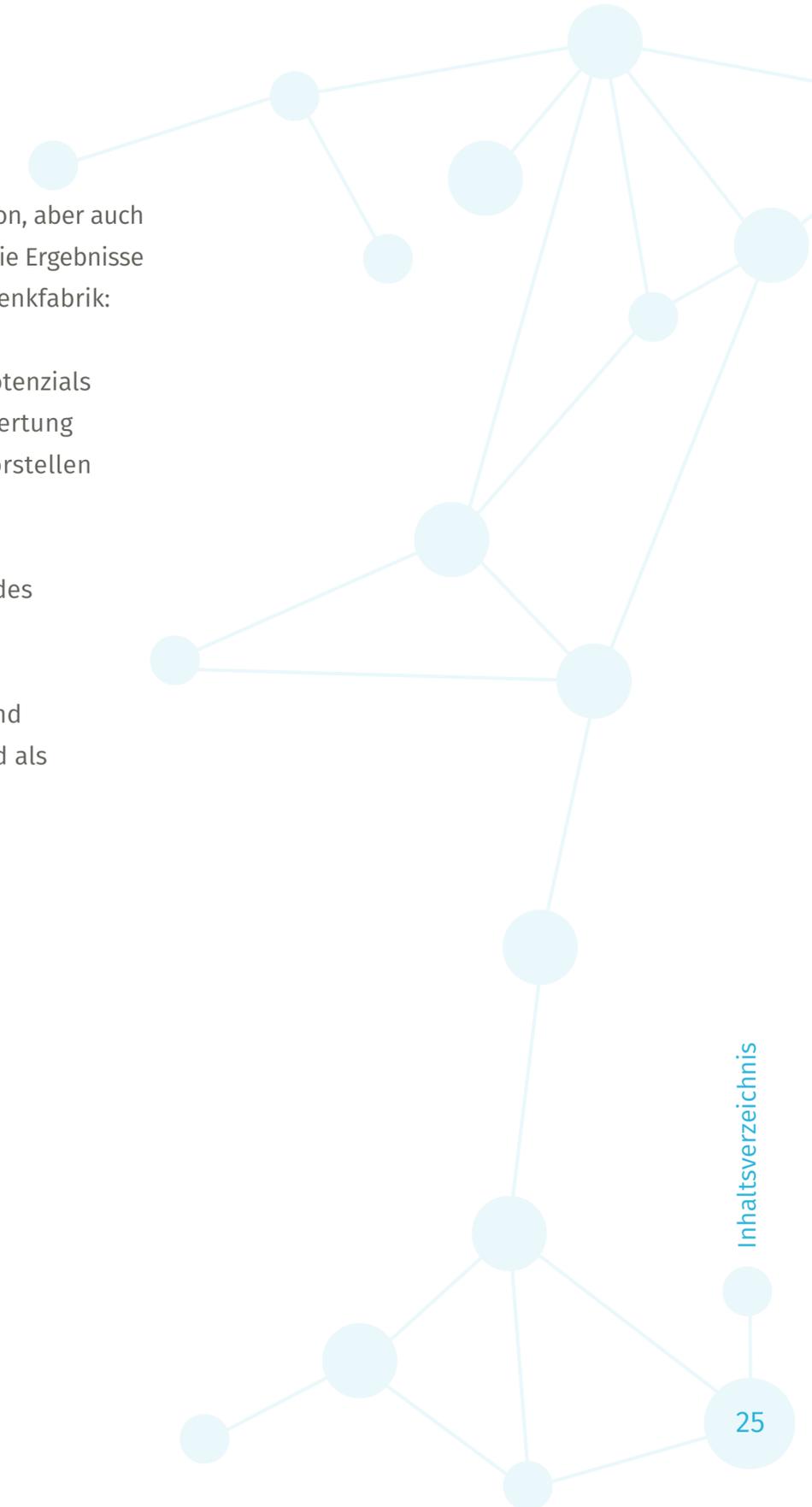


Abbildung 12: Beispiel für die Bewertung mit Mentimeter durch die Teilnehmenden

Das wichtigste Kriterium war jeweils die Passfähigkeit zu den Stärken der Region, aber auch der Aufwand für die Erschließung eines Themas sollte berücksichtigt werden. Die Ergebnisse der Befragung dienten als Ausgangspunkt für die Diskussion während der Denkfabrik:

- Das Thema Mikrobiom wurde von den Teilnehmenden hinsichtlich des Potenzials zunächst eher gering bewertet, aber in der Diskussion wurde diese Bewertung nochmal hinterfragt. Hier kann man sich doch ein größeres Potenzial vorstellen als bei der individuellen Bewertung.
- Bezüglich der Gesundheitsapps, wurde das eher geringe Potenzial (trotz des aktuellen Hypes) noch einmal in der Diskussion bestätigt.
- Umweltanalytik wurden im Kontext unterschiedlicher Themen erwähnt und wurde als ein besonders interessantes Thema für die Region Münsterland als Vertiefungsthema ausgewählt.



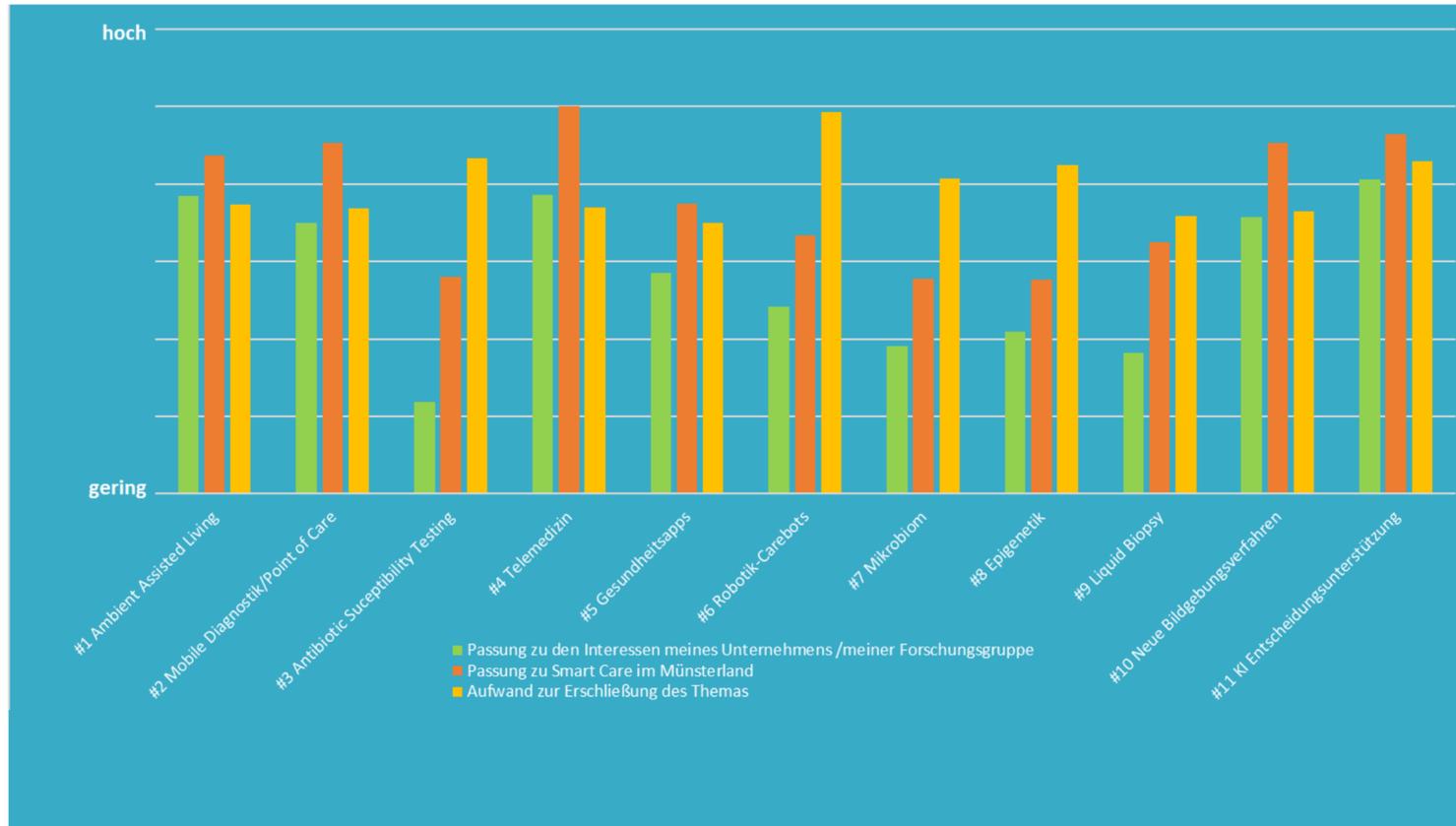


Abbildung 13: Bewertung der Zukunftsthemen

Zusätzlich zu der Bewertung von Aufwand und Potenzial wurde in der Diskussion auch über die unterschiedliche Konkurrenzsituation bei den vorgestellten Themen gesprochen. Dabei sahen die Teilnehmenden einen Zusammenhang zwischen dem geringen Aufwand für die Erschließung eines Themas und einer starken Konkurrenzsituation. Vor diesem Hintergrund wurde diskutiert, dass gerade die Erschließung von Themen die in Abbildung 14 links oben zu finden sind, interessante Themen sein könnten bei denen Fördermöglichkeiten geprüft werden sollten. Als weiteres Kriterium für die Bewertung wurde auch über die Bedarfssituation im Münsterland gesprochen.

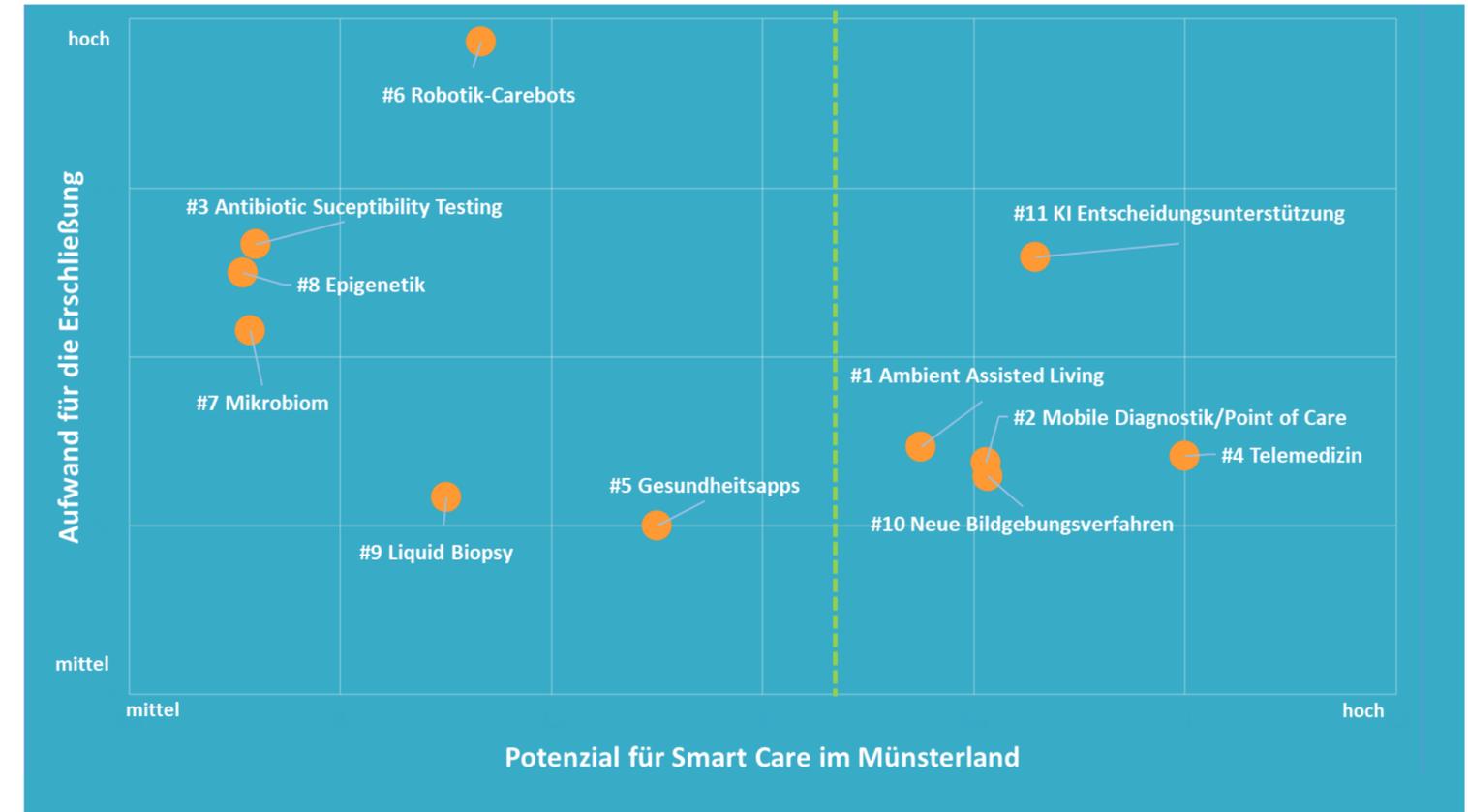


Abbildung 14: Potenzial und Aufwand für die Erschließung der Zukunftsthemen

Als Vertiefungsthemen wurden auf der Grundlage der Diskussion während der Denkfabrik die Themen mobile Diagnostik/Point of Care, Telemedizin und als zusätzliches neues Thema noch Umweltanalytik ausgewählt. KI-Entscheidungsunterstützung, als Querschnittsthema über mehrere Denkfabriken, wurde im Rahmen einer anderen Denkfabrik als Vertiefungsthema ausgewählt.

14 LITERATURVERZEICHNIS

Bessler J, Prange-Lasonder GB, Schaake L, Saenz JF, Bidard C, Fassi I, Valori M, Lassen AB, Buurke JH (2021): Safety Assessment of Rehabilitation Robots: A Review Identifying Safety Skills and Current Knowledge Gaps. *Front Robot AI*. 2021 Mar 22;8:602878. doi: 10.3389/frobt.2021.602878. PMID: 33937345; PMCID: PMC8080797.

Böttiger, Erwin; zu Putlitz, Jasper (2019): Die Zukunft der Medizin. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. Verfügbar unter: → www.mwv-berlin.de/produkte/!/title/die-zukunft-der-medizin/id/586

Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (2017): Künstliche Intelligenz. Wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Herausforderungen, menschliche Verantwortung. Verfügbar unter: → www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/171012-KI-Gipfelpapier-online.pdf

Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM): DiGA-Verzeichnis. Verfügbar unter: → <https://diga.bfarm.de/de/verzeichnis>

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016): Epigenetik: Essgewohnheiten schlagen sich im Erbgut nieder. Newsletter-Archiv 2016. Verfügbar unter: → www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/epigenetik-essgewohnheiten-schlagen-sich-im-erbgut-nieder-3319.php

Continental Krankenversicherung a.G. (2019): Continentale-Studie 2019: Digitalisierung in der Medizin – Skepsis in der Bevölkerung. Verfügbar unter: → www.continentale.de/documents/1615105/2650580/Continental_Studie_2019.pdf

Fraunhofer ISI (2021): Begleitforschung Mobile Diagnostiksysteme. Verfügbar unter: → www.mobile-diagnostiksysteme.de

Gordon, W.J., Landman, A., Zhang, H. et al. (2020): Beyond validation: getting health apps into clinical practice. *npj Digit. Med.* 3, 14. → <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0212-z>

Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH) (2018): Epigenetik: Wohin geht die Forschung? Lungeninformationsdienst. Verfügbar unter: → www.lungeninformationsdienst.de/forschung/epigenetik/forschung/index.html

Khan, Z. A., Siddiqui, M. F., & Park, S. (2019): Current and Emerging Methods of Antibiotic Susceptibility Testing. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 9(2), 49. → <https://doi.org/10.3390/diagnostics9020049>

Li, Ziwei & Zhang, Qinrong & Chou, Shih-Wei & Newman, Zachary & Turcotte, Raphaël & Natan, Ryan & Dai, Qionghai & Isacoff, Ehud & Ji, Na. (2020): Fast widefield imaging of neuronal structure and function with optical sectioning in vivo. *Science Advances*. 6. 10.1126/sciadv.aaz3870.

Merck Sharp & Dohme Corp. (2021): Bildgebende Verfahren im Überblick. Mehmet Kocak. Verfügbar unter: → <https://www.msmanuals.com/de-de/heim/spezialthemen/uebliche-bildgebende-verfahren/bildgebende-verfahren-im-ueberblick>

Messe Berlin GmbH: Themendossier: Künstliche Intelligenz durchdringt das Gesundheitswesen. Verfügbar unter: → www.dmea.de/de/presse/news-blog/artikel/kuenstliche-intelligenz-durchdringt-das-gesundheitswesen.html

ONKO-Internetportal (2018): Liquid Biopsy – eine Revolution in der Diagnostik und Therapie von Krebs? Dr. Pia Nitz. Verfügbar unter: → www.krebsgesellschaft.de/onko-internetportal/basis-informationen-krebs/diagnosemethoden/liquid-biopsy.html



Panetto, Hervé; Debruyne, Christophe; Gaaloul, Walid; Papazoglou, Mike; Paschke, Adrian; Ardagna, Claudio Agostino; Meersman, Robert (Hg.) (2017): On the Move to Meaningful Internet Systems. OTM 2017 Conferences. Confederated International Conferences: CoopIS, C&TC, and ODBASE 2017, Rhodes, Greece, October 23–27, 2017, Proceedings, Part II. 1st edition 2017. Cham: Springer International Publishing (Lecture Notes in Computer Science, 10574).

ProVita Alltagsassistentz Deutschland GmbH (2020): Einsatz von Robotern in der Pflege. Ist das die Zukunft? Chancen und Risiken! Verfügbar unter: → www.provita-deutschland.de/einsatz-von-robotern-in-der-pflege-ist-das-die-zukunft-chancen-und-risiken/#

Record Speed and Resolution. Verfügbar unter: → www.osa.org/en-us/about_osa/newsroom/news_releases/2020/new_photon-counting_camera_captures_3d_images_with

Shimizu, T., Lungerich, D., Stuckner, J., Murayama, M., Harano, K., & Nakamura, E. (2020): Real-time video imaging of mechanical motions of a single molecular shuttle with sub-millisecond sub-angstrom precision. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 93(9), 1079–1085. → <https://doi.org/10.1246/BCSJ.20200134>

Sonntag, D. Künstliche Intelligenz in der Medizin – Holzweg oder Heilversprechen?. *HNO* 67, 343–349 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00106-019-0665-z>.

Su, Wenjing; Cook, Benjamin S.; Fang, Yunnan; Tentzeris, Manos M. (2016): Fully inkjet-printed microfluidics: a solution to low-cost rapid three-dimensional microfluidics fabrication with numerous electrical and sensing applications. In: *Sci Rep* 6 (1), S. 35111. DOI: 10.1038/srep35111.

The Optical Society (2020): Researchers develop simple way to capture high quality 3-D images of live cells and organisms. *Phys.org*. Verfügbar unter: → <https://phys.org/news/2020-10-simple-capture-high-quality-d.html>

The Optical Society (2020): New Photon-Counting Camera Captures 3D Images with Record Speed and Resolution. Verfügbar unter: → www.osa.org/en-us/about_osa/newsroom/news_releases/2020/new_photon-counting_camera_captures_3d_images_with

Unberath, Mathias et al. “Artificial Intelligence-Based Clinical Decision Support for COVID-19-Where Art Thou?.” *Advanced intelligent systems (Weinheim an der Bergstrasse, Germany)*, 2000104. 23 Jun. 2020, doi:10.1002/aisy.202000104.

Verbraucherzentrale (2020): Gesundheits-Apps: medizinische Anwendungen auf Rezept. Verfügbar unter: → www.verbraucherzentrale.de/wissen/gesundheit-pflege/aerzte-und-kliniken/gesundheitsapps-medizinische-anwendungen-auf-rezept-41241

Visionäre der Gesundheit (2020): The Future is Now – Die Entwicklung der Telemedizin im Wandel der Zeit. Dr. med. Lara Maier. Verfügbar unter: → <https://visionaere-gesundheit.de/the-future-is-now-die-entwicklung-der-telemedizin-im-wandel-der-zeit>

ZAVA (2021): Überblick Telemedizin. Verfügbar unter: → www.zavamed.com/de/telemedizin-report-deutschland.html#ueberblick

Zukunftsinstitut GmbH (2021): iHealth & Co.: Gesundheit im Jahr 2040. Verfügbar unter: → www.zukunftsinstitut.de/artikel/ihealth-co-gesundheit-im-jahr-2040

Zupančič, Uroš; Jolly, Pawan; Estrela, Pedro; Moschou, Despina; Ingber, Donald E. (2021): Graphene Enabled Low-Noise Surface Chemistry for Multiplexed Sepsis Biomarker Detection in Whole Blood. In: *Adv. Funct. Mater.* 31 (16), S. 2010638. DOI: 10.1002/adfm.202010638.



Mobile Diagnostik

TECHNOLOGISCHE LÖSUNGEN AUS DER MEDIZIN

Eine Zukunfts-Analyse zu ausgewählten Technologie-Trends vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung in Zusammenarbeit mit den Münsterland Denkfabriken

06/2022

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung.....	31
2	Innovationslandschaft	32
2.1	Wissenschaft	32
2.2	Wirtschaft.....	33
3	Leuchtturm-Beispiele	35
3.1	CARPEGEN GmbH	35
3.2	Spindiag GmbH	35
3.3	LabDisk – Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V.	36
3.4	dianax – mobile In-vitro-Diagnosegeräte	36
4	Ausblick für das Münsterland	37
5	Literaturverzeichnis	38



1 EINLEITUNG

Ein Lab-on-a-Chip (LOC) integriert Laborfunktionen wie z. B. chemische Analysen in einem einzigen Gerät mit geringen Abmessungen. LOCs, die eine Untergruppe der mikroelektromechanischen Systeme (MEMS) sind, können sehr kleine Flüssigkeitsvolumina handhaben und ermöglichen dadurch eine Analyse mit hohem Durchsatz und schnellen Reaktionen. Die Mikrofluidik, d. h. die Physik, Manipulation und Untersuchung kleinster Flüssigkeitsmengen, ist eine wichtige Grundlage der LOC-Entwicklung.

Die Lab-on-a-Chip-Technologie verspricht eine rasche Verbesserung der Gesundheitsversorgung durch eine bessere und schnellere Diagnostik, insbesondere in Gebieten mit schlechter Gesundheitsinfrastruktur. Gleichzeitig könnte die Technologie eine aktivere Rolle der Patienten bei der Überwachung ihrer eigenen Gesundheit ermöglichen. In ähnlicher Weise kann LOC die Bürger in die Lage versetzen, sich an der Umweltüberwachung zu beteiligen, zum Beispiel über Citizen-Science-Projekte.

**ANSPRECHPARTNER:INNEN
FRAUNHOFER ISI:**

**Elna Schirrmeister,
Dr. Philine Warnke und
Jan Rörden**

2 INNOVATIONSLANDSCHAFT

2.1 WISSENSCHAFT

Die internationale Forschungslandschaft im Bereich der Lab-on-a-Chip-Entwicklung scheint durch amerikanische Forschungseinrichtungen dominiert zu sein. Unter den 10 Forschungseinrichtungen mit den meisten wissenschaftlichen Publikationen in diesem Bereich findet sich neben amerikanischen Einrichtungen nur London und ein schwedisches Institut.

Die Publikationen entwickeln sich kontinuierlich steigend, auch wenn sich eine leicht steigende Dynamik nach 2019 andeutet.

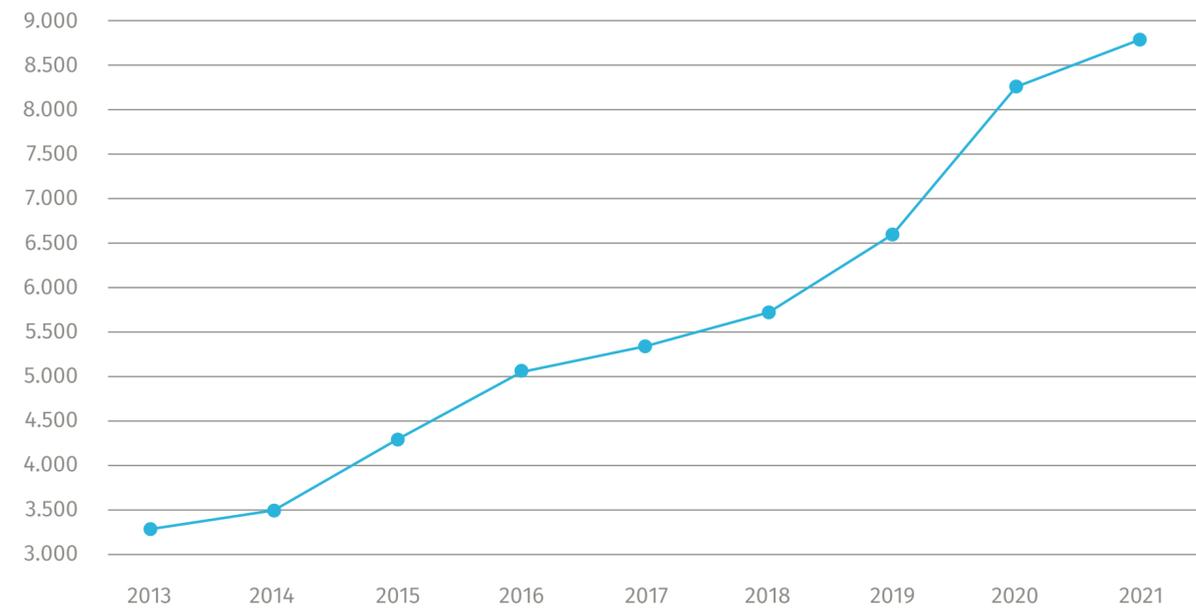


Abbildung 1: Anzahl der Publikationen Mobile Diagnostik¹

FORSCHUNGSINSTITUTE	ANZAHL INSTITUTE
Harvard University	1,218
Johns Hopkins University	797
University of Washington	735
University of Toronto	703
University of California, San Francisco	598
University of Oxford	572
Massachusetts General Hospital	569
Stanford University	546
Imperial College London	505
University of California, Los Angeles	499
University of Pennsylvania	49



Inhaltsverzeichnis Vertefungsbericht 1



¹ Suchstring (mobile diagnostik) OR (mobile diagnostic) OR (mobile diagnostiksystem) OR (mobile diagnostic system) OR (point of care test) OR (point-of-care test) OR (lab on a chip) OR (lab-on-a-chip) OR (lab on a stick) OR (lab-on-a-stick) OR (point-of-care-glukose) OR (point-of-care-glucose) OR (labdisk)

2.2 WIRTSCHAFT

Während bei den wichtigsten Forschungsakteuren keine deutsche Einrichtung aufgelistet ist, finden sich bei den Akteuren aus der Wirtschaft mit Siemens und Bosch zwei große Unternehmen, die zahlreiche Patente im Bereich der mobilen Diagnostik halten. Mit Philips und Roche sind zwei weitere internationale Unternehmen aufgelistet, die Standorte in Deutschland haben.

Die Patente haben sich in den letzten 20 Jahren konstant steigend entwickelt, auch wenn sich nach 2019 eine Stagnation andeutet.

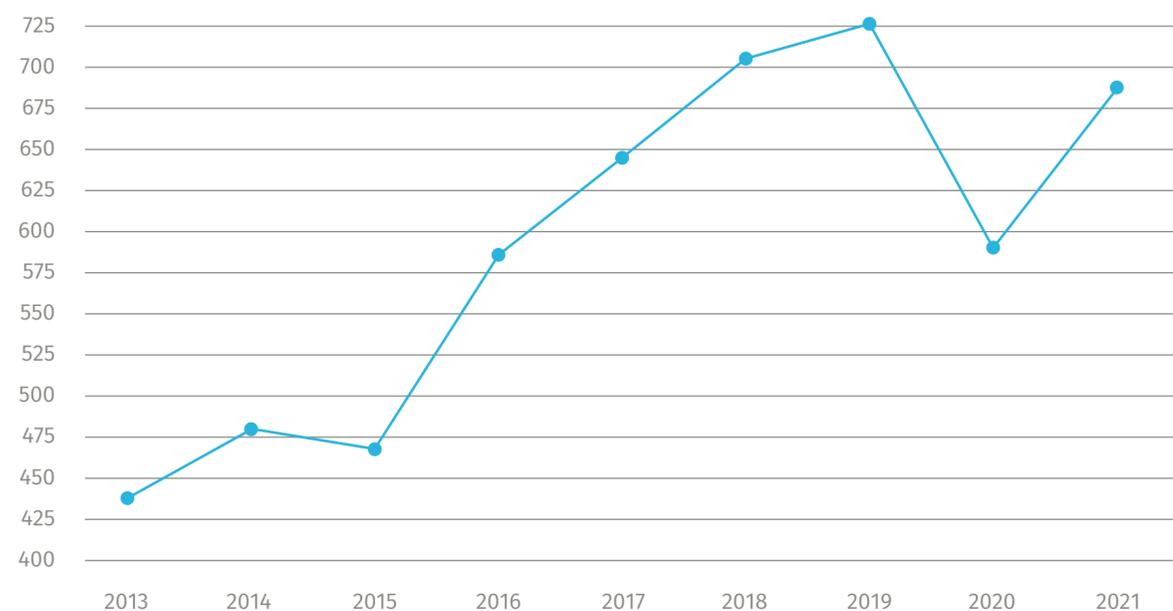


Abbildung 2: Anzahl der Patentanmeldungen Mobile Diagnostik²

INSTITUTION	PATENTE
Becton Dickinson (United States)	248
Samsung (South Korea)	144
Abbott (United States)	143
Siemens (Germany)	97
Robert Bosch (Germany)	82
General Electric (United States)	68
IBM (United States)	61
LG Corporation (South Korea)	57
Electronics and Telecommunications Research Institute	53
Philips (Netherlands)	50
Korea Advanced Institute of Science and Technology	44

Es wurden keine Marktstudien gefunden, die die allgemeine Entwicklung des LOC-Marktes betrachten, aber für einzelne Anwendungen gibt es Abschätzungen für die Entwicklung in den nächsten Jahren. Bis 2021 war der Markt für Point-of-Care-Glukosesets der wichtigste Markt in diesem Bereich. Durch die Pandemie ist ein enormer Markt für Antigentests entstanden, für die keine Marktstudien vorliegen, die jedoch um ein Vielfaches über dem Umsatz mit Point-of-Care-Glukosetests liegen dürften.

² Suchstring (mobile diagnostik) OR (mobile diagnostic) OR (mobile diagnostiksystem) OR (mobile diagnostic system) OR (point of care test) OR (point-of-care test) OR (lab on a chip) OR (lab-on-a-chip) OR (lab on a stick) OR (lab-on-a-stick) OR (point-of-care-glukose) OR (point-of-care-glucose) OR (labdisk)



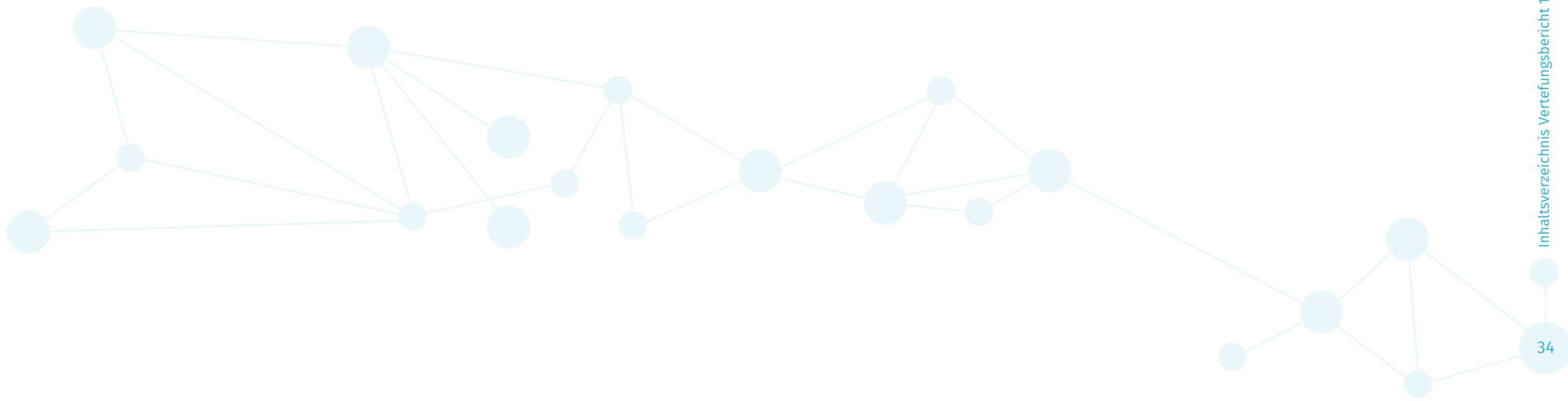
Der weltweite Markt für Point-of-Care-Glukosetests wurde im Jahr 2020 auf 3,4 Mrd. USD geschätzt und Marktforschungsinstitute rechnen mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate (CAGR) von 4% von 2021 bis 2028. Die alternde Bevölkerung, die Fähigkeit von POC-Diagnosetests, sofortige Ergebnisse zu liefern und die steigende Marktdurchdringung von Bildarchivierungs- und Kommunikationssystemen (PACS) und elektronischen Patientenakten (EMR) gehören zu den Treibern dieses Marktes.

Der Mangel an qualifiziertem Personal, vor allem im Bereich der Diagnostik, könnte ebenfalls die Marktdurchdringung von Glukose-POC-Diagnoseprodukten erhöhen, aber auch den Einsatz von anderen Point-of-Care Diagnosemöglichkeiten fördern.

Der weltweite Einsatz von Antigen-Schnelltests hat dazu geführt, dass nicht nur zahlreiche neue Unternehmen Entwicklungen in diesem Bereich angestoßen haben, so dass die Produktionskosten durch die Skalierung gesenkt werden konnten, sondern auch die Akzeptanz bei der Bevölkerung ist deutlich gestiegen. Dies könnte dazu führen, dass

zukünftig auch für andere Infektionskrankheiten ähnliche Schnelltests flächendeckend durchgeführt werden, bevor ein Arzt aufgesucht wird, oder aber diese in der Praxis durchgeführt werden. Ein Beispiel könnten Tests für antibiotikaresistente Keime sein, bei denen zunehmend versucht wird den Eintrag in eine Praxis oder Klinik zu verhindern und die ein großes Gefahrenpotenzial haben. Im Zuge der an Bedeutung gewinnenden „Pandemic Preparedness“ – als Schlussfolgerung aus der Pandemie – könnten Tests für Antibiotik-Resistenzen eine wichtige Rolle spielen. Bei der Marktanalyse könnte auch der Bereich der Veterinärmedizin interessant sein, da die Anforderungen in diesem Bereich deutlich niedriger sind als bei der Humanmedizin.

Neben Schnelltests, die anschließend vollständig entsorgt werden, gibt es auch die Möglichkeit über Kleingeräte eine mobile Diagnostik beim Patienten direkt zu machen. Blutdruckmessgeräte sind hier ein gutes Beispiel. Bei diesen Geräten, die sowohl in der Arztpraxis als auch beim Patienten zuhause eingesetzt werden können, sind unterschiedliche Geschäftsmodelle möglich, die einen Einfluss auf die Akzeptanz der Produkte haben.



3 LEUCHTTURM-BEISPIELE

3.1 CARPEGEN GMBH

Carpegen ist ein münsteraner Unternehmen aus dem Life Science Bereich, das sich auf die Entwicklung molekular diagnostischer Verfahren und integrierter Systeme auf Basis der Real-Time-PCR-Technik spezialisiert hat.

Das Unternehmen entwickelt im Rahmen von Kooperationen, Entwicklungsaufträgen und/oder Forschungsprojekten moderne diagnostische Verfahren und Produkte, z.B. für den sensitiven Nachweis von Infektionserregern oder für den Einsatz in der Human-genetik. Einer unserer Schwerpunkte liegt auf der Dentaldiagnostik.

Carpegen ist u.a. Entwickler des Real-Time-PCR-Testsystems Carpegen® Perio Diagnostik, das als anerkanntes diagnostisches Testverfahren von deutschen und europäischen Zahn-ärzten zur Parodontalbehandlung eingesetzt wird.

→ www.carpegen.de

3.2 SPINDIAG GMBH

Die Spindiag GmbH, ein schnell wachsendes Medizintechnik-Start-up, hat ein Point-of-Care Testsystem zum Nachweis von bakteriellen und viralen Krankheitserregern entwickelt. Das Unternehmen gab bekannt, dass es das für den Markteintritt erforderliche Bewertungsverfahren für seinen PCR-basierten Corona-Schnelltest erfolgreich abgeschlossen hat. Der Spindiag GmbH ist es gemeinsam mit dem Hahn-Schickard-Institut in Freiburg gelungen, in nur wenigen Monaten einen Vor-Ort-Schnelltest bis zur Marktreife zu bringen. Rhonda nutzt ein zweistufiges PCR Analyseverfahren, das nur etwa 40 Minuten benötigt. Ziel der mobilen Diagnostik ist es, Testergebnisse zur Verfügung zu stellen, die hinsichtlich ihrer Leistungsdaten mit den Laborstandards der PCR-Diagnostik vergleichbar sind. Die schnellere Bereitstellung von Ergebnissen ist eine Entwicklung, die auch zukünftig in der Infektionsdiagnostik eine zentrale Rolle spielen wird. Der Wegfall von Transporten ins Labor bei dieser Point-of-Care Diagnostik bringt weitere Vorteile mit sich.

Gefördert wurde die Entwicklung zu Beginn der Pandemie mit einer Forschungsförderung an die Spindiag GmbH sowie Hahn-Schickard in Freiburg. Die Spindiag GmbH hat sich 2016 aus dem Hahn-Schickard-Institut für Mikroanalysesysteme ausgegründet. Langfristiges Ziel des Start-ups ist die Entwicklung eines nachhaltigen Testsystems zur umfassenden Infektionskontrolle.

→ www.spindiag.de

→ www.analytica-world.com/de/news/1168723/mini-labor-liefert-ergebnisse-in-etwa-40-minuten-direkt-am-point-of-care.html

3.3 LABDISK – HAHN-SCHICKARD-GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE FORSCHUNG E.V.

Die Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. hat eine LabDisk-Plattform für die automatisierte Analytik und Diagnostik entwickelt, auf der Laborabläufe aus Diagnostik und Analytik auf dem kostengünstigen Einwegtestträger, der LabDisk, vollständig automatisiert ablaufen können. Das Automatisierungsprinzip ist die zentrifugale Mikrofluidik. Anders als bei konventionellen Mikrofluidiksystemen macht man sich für die Aktuierung der Flüssigkeiten zentrifugale Kräfte zunutze.

VORTEILE DER LABDISK:

- Reduzierung der Personal- und Reagenzienkosten
- Automatisierung im miniaturisierten, mikrofluidischen Maßstab,
- Verbesserung der Reproduzierbarkeit,
- Reduzierung des Querkontaminationsrisikos,
- komplexe analytische Abläufe können von minimal geschultem Personal durchgeführt werden

Die Schulungsanforderungen sind so gering, dass die Analyse direkt beim Patienten durchgeführt werden kann, als beim sogenannten Point-of-Care.

→ www.hahn-schickard.de/forschung-entwicklung/laborautomatisierung/labdisk-plattform

3.4 DIANAX – MOBILE IN-VITRO-DIAGNOSEGERÄTE

Das italienische Start-up „dianax“ arbeitet an mobilen In-vitro-Diagnosegeräten auf der Grundlage der Lab-on-a-Chip-Technologie. Auf der Grundlage eines einzigen Tropfen Bluts des Benutzers können einfache Diabetestests für HbA1c, C-reaktives Protein und Hämoglobinwerte in fünf Minuten durchgeführt werden. Das miniaturisierte Verfahren kann in ein Einweg-Kartuschengerät eingebettet werden. Es lässt sich mit Hilfe eines Anschlussadapters problemlos an jedes Smartphone oder Tablet anschließen. Das Unternehmen betont, dass der Test der erste diagnostische Test ist, der innovative Mikrofluidik, Mikroelektrophorese und Elektrochemie kombiniert.

→ <https://dianax.eu/technology>



4 AUSBLICK FÜR DAS MÜNSTERLAND

Ausgelöst durch die Nutzung von Antigen-Schnelltests könnte der Markt für mobile Diagnostik einen größeren Umbruch erleben, weil sich sowohl die Akzeptanz bei den Endkunden, als auch die Forschungsaktivitäten und der Markt dynamisch entwickeln. Die Übertragung auf andere Krankheitserreger könnte zu ganz neuen Einsatzgebieten führen, die auch für das Münsterland interessant sein könnten.

Gerade der Einsatz im Bereich der Veterinärmedizin könnte im ländlichen Raum in der Nähe des Münsterlandes (inkl. Niederlande) gute Einsatzpotenziale bieten, bei denen die gesetzlichen Anforderungen nicht so streng sind wie im Humanbereich. Mit Siemens, Bosch, Roche und Philips gibt es Großunternehmen, die als Kooperationspartner interessant sein könnten.

Neue Geschäftsmodelle wie z.B. das Leasing über eine Plattform könnten bei tragbaren Geräten eine Rolle spielen, während auch der Markt der Wegwerfprodukte für Mobile Diagnostik stark wachsen könnte. Die erwarteten Wachstumsraten von 4% im bereits etablierten Markt der Point-of-Care-Glukosetests könnten bei anderen Anwendungsbereichen deutlich überschritten werden.

ZUKUNFTSSZENARIO



MÜNSTERLAND KALENDERBLATT 26.11. 2031

Heute vor zehn Jahren wurde noch während der auslaufenden Corona-Pandemie eine Initiative ins Leben gerufen, die es sich zum Ziel gemacht hatte neue Möglichkeiten der mobilen Diagnostik zu fördern. Angelehnt an die positiven Erfahrungen der Selbsttests während der Pandemie wurden die Kräfte gebündelt, um einen Schnelltest für Antibiotikaresistenzen zu entwickeln. Nach nur wenigen Jahren konnte der molekulardiagnostische Test in der Veterinärmedizin genutzt werden. Nun wurde auch die Zulassung für den Humanbereich erteilt.



5 LITERATURVERZEICHNIS

BCC Research (2021): Polymerase Chain Reaction (PCR) for Point-of-Care (POC) Diagnostics. Verfügbar unter: → www.bccresearch.com/market-research/biotechnology/polymerase-chain-reaction-pcr-for-point-of-care-poc-diagnostics.html

Grand View Research (2021): Point-of-Care Glucose Testing Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Accu-Chek Inform II, Freestyle Lite), By Region (North America, Europe, APAC, LATAM, MEA), And Segment Forecasts, 2021 - 2028. Verfügbar unter: → www.grandviewresearch.com/industry-analysis/point-of-care-glucose-testing-market

Frost & Sullivan (2020): Detecting and Monitoring COVID-19 Through Point-of-care Devices, Rapid PCR, Wearables, Drones, IR Thermal Sensors, Optical Sensors, Paper-based Sensors, and Skin-based Sensors. Verfügbar unter: → <https://cds.frost.com/p/18359/#!/ppt/c?id=D727-00-A9-00-00>



Telemedizin

TECHNOLOGISCHE LÖSUNGEN AUS DER MEDIZIN

Eine Zukunfts-Analyse zu ausgewählten Technologie-Trends vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung in Zusammenarbeit mit den Münsterland Denkfabriken

06/2022

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung.....	41
2	Innovationslandschaft	42
2.1	Wissenschaft	42
2.2	Wirtschaft	42
2.3	Politik und Gesellschaft	43
3	Leuchtturm-Beispiele	44
3.1	Telemedizinische Assistenz – Rheinland-Pfalz	44
3.2	DocDirect – Baden-Württemberg	44
3.3	Kinderheldin	44
3.4	GIGA FOR HEALTH	45
3.5	Kry – Start-ups für Videosprechstunden	45
3.6	SALUS – Innovationsfondprojekt	45
4	Schlussfolgerung für das Münsterland	46
5	Quellen und weitere Marktstudien	47



1 EINLEITUNG

„Telemedizin ist ein Sammelbegriff für verschiedenartige ärztliche Versorgungskonzepte, bei denen medizinische Leistungen der Gesundheitsversorgung der Bevölkerung in den Bereichen Diagnostik, Therapie und Rehabilitation sowie bei der ärztlichen Entscheidungsberatung über räumliche Entfernungen (oder zeitlichen Versatz) hinweg erbracht werden. Hierbei werden Informations- und Kommunikationstechnologien eingesetzt.“
(Bundesärztekammer)

Es lassen sich zwei unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten unterscheiden:

- a) zwischen Patient:innen und Ärzt:innen
- b) zwischen Ärzt:innen (z.B. Hausarzt mit Facharzt)

Angesichts des demographischen Wandels und abnehmender Ärztedichte in vielen Gegenden, vor allem auch dem ländlichen Raum, hat die Telemedizin großes Zukunftspotenzial. Weitere Treiber sind der 5G-Ausbau und zunehmende Videokonsultationen in der Corona-Pandemie, die gerade in Deutschland zu neuen Regelungen und Rahmenbedingungen geführt haben. Herausforderungen bestehen vor allem hinsichtlich ethischer Fragen, im Datenschutz, bei der Infrastruktur, sowie bei der Technikaffinität und Einbeziehung des Pflegepersonals.

Es werden unterschiedliche Formen der Telemedizin unterschieden, die unterschiedliche Akteure und Einsatzmöglichkeiten betreffen. Für die Interaktion zwischen Ärzt:innen werden **Telekonsilsysteme** genutzt. Diese ermöglichen Fallkonferenzen zwischen Ärzt:innen und der Notfallversorgung, z. B. bei Schlaganfällen. Das **Telemonitoring** ist dagegen auf die Interaktion zwischen Patientin oder Patient und Arzt oder Ärztin ausgerichtet. Es wird zum Beispiel bei der Überwachung und Therapie von chronischen Erkrankungen z. B. von Vitalparametern (Gewicht, Blutdruck, Herzfrequenz etc.) genutzt. **Elektronische Visiten** können ebenfalls die Interaktion zwischen Patienten und medizinischem Personal ermöglichen. So kann z. B. eine Videodatenbrille in Kooperation mit Pflegekräften für eine Konsultation genutzt werden. Durch **Telerehabilitation** entfallen die Fahrten zum Patienten bzw. Therapeuten. Die Einsatzmöglichkeiten sind sehr umfangreich und umfassen auch **Fernoperationen** bei denen neue Technologien der Bildverarbeitung und Echtzeit-Datenübertragung genutzt werden.

ANSPRECHPARTNER:INNEN FRAUNHOFER ISI:

Elna Schirrmeister,
Dr. Philine Warnke und
Jan Rörden



2 INNOVATIONSLANDSCHAFT

2.1 WISSENSCHAFT

Bei den wissenschaftlichen Veröffentlichungen zeigt sich eine starke Dominanz der amerikanischen Universitäten, während keine Forschungseinrichtungen aus der EU unter den Forschungseinrichtungen mit den meisten Publikationen zu finden sind. Die Harvard University führt die Liste mit deutlichem Abstand an.

Die Publikationen im Bereich Telemedizin steigen kontinuierlich an und haben sich in den letzten 10 Jahren verdreifacht. Im Jahr 2020 verdoppelten sich die Publikationen im Vergleich zu 2019, was einen Trend erkennen lässt, der sich auf Grund der Pandemie in den nächsten Jahren noch deutlich verstärken dürfte. Da wissenschaftliche Publikationen oftmals einen Vorlauf von ca. 2 Jahren haben, sind in den hier abgebildeten Daten die Effekte durch die Pandemie noch nicht vollständig abgebildet.

FORSCHUNGSINSTITUTE

• Harvard University	971
• University of Washington	642
• University of Queensland	602
• University of Toronto	575
• University of California, San Francisco	565
• Johns Hopkins University	540
• University of Michigan	500
• University of Pennsylvania	480
• Stanford University	475
• Massachusetts General Hospital	453

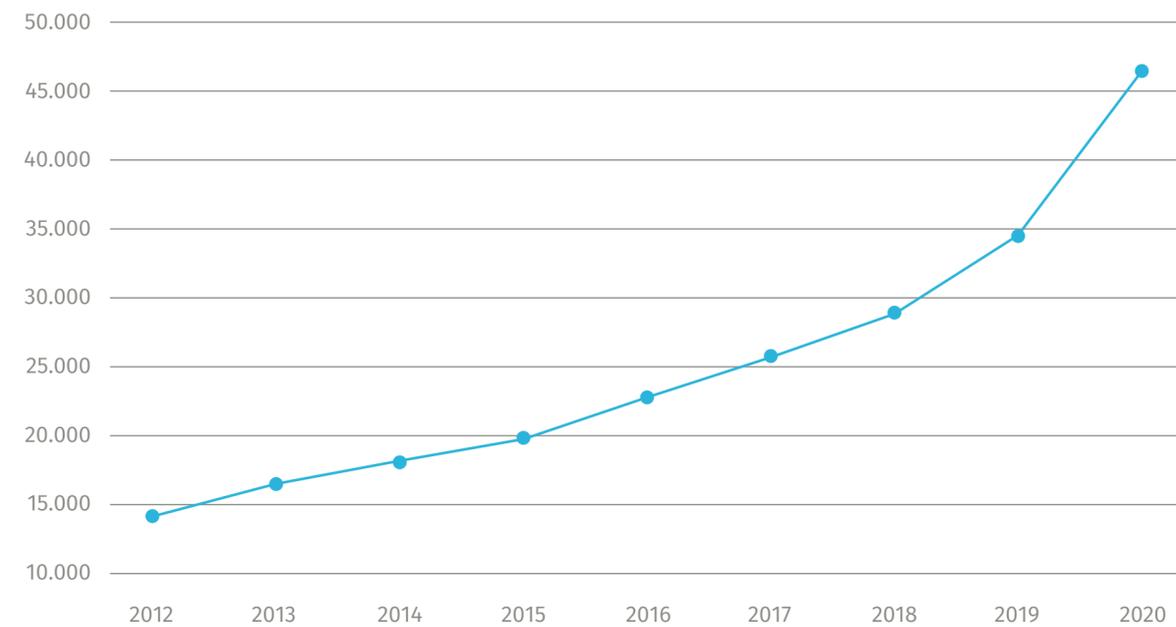


Abbildung 1: Anzahl der weltweiten Publikationen pro Jahr zu Telemedizin
(→ Suchstring am Ende des Dokumentes)

2.2 WIRTSCHAFT

Anders als bei den wissenschaftlichen Publikationen ist bei den Patenten keine so starke Dominanz US-Amerikanischer Akteure erkennbar. Unter den Wirtschaftakteuren mit den meisten Patentanmeldungen finden sich neben dem niederländischen Philips nun zum Beispiel auch Siemens, das sogar den zweiten Platz belegt, und Robert Bosch.

Bei der Patententwicklung in diesem Bereich ist zu berücksichtigen, dass der Einsatz von Telemedizin mit sehr unterschiedlichen technischen Voraussetzungen realisiert werden kann. Während bei der Durchführung einer Operation, die aus der Ferne gesteuert wird, zahlreiche technologische Herausforderungen gemeistert werden müssen, kann eine



Online-Sprechstunde mit sehr viel einfacheren Mitteln durchgeführt werden. Hier können IT-Tools genutzt werden, die nicht speziell für den Medizinbereich entwickelt wurden. Vor diesem Hintergrund ist die Entwicklung von Patenten nicht mit der Marktentwicklung gleichzusetzen und auch die wenig dynamische Entwicklung der Patente ist damit zu erklären.

PATENTE

- Philips (Netherlands) 35
- **Siemens** (Germany) 26
- 3M (United States) 23
- Samsung (South Korea) 19
- iRobot (United States) 16
- Eyenuk (United States) 13
- **Robert Bosch** (Germany) 13
- Novartis (Switzerland) 12
- General Electric (United States) 11
- Xerox (United States) 11

Die in Marktstudien für Telemedizin aufgelisteten Akteure weichen deutlich von den Akteuren ab, die bei der Patentanalyse identifiziert wurden. Es zeigt sich eine Dominanz der amerikanischen Unternehmen:

- Allscripts Healthcare Solutions, Inc, (U.S.)
- Cardiocom, LLC, (U.S.)
- InTouch Technologies, Inc, (U.S.)
- Honeywell HomMed (U.S.)
- CISCO Systems (U.S.),
- McKesson Corporation (U.S.)
- Telemedicine, Inc. (U.S.)
- AMD Global (U.S.)
- Aerotel Medical Systems Ltd. (Israel)
- LifeWatch AG (Schweiz)

Bereits vor der Pandemie wurde angenommen, dass der globale Markt der Telemedizin in den nächsten Jahren jährlich um ca. 20% wachsen wird, sodass für die nächsten 5 Jahre eine Verdopplung des Umsatzes erwartet wurde. Die Größe des globalen Telemedizinmarktes wurde im Jahr 2020 auf ca. 60 Mrd. USD geschätzt.

2.3 POLITIK UND GESELLSCHAFT

Durch die Pandemie wurden in vielen Ländern die Rahmenbedingungen für Telemedizin in sehr kurzer Zeit verbessert und es ist anzunehmen, dass auch die Akzeptanz dieser Angebote, durch die Erfahrungen mit neuen Kommunikationsformen, deutlich verbessert wurde. Vor diesem Hintergrund wird angenommen, dass das Wachstum des globalen Marktes für Telemedizin in den nächsten Jahren über 20% pro Jahr liegen wird. Gründe für das erwartete Wachstum sind neben der zunehmenden Akzeptanz von Telemedizin der mangelnde Zugang zur Versorgung in vielen Regionen und die gleichzeitig verbesserte Qualität der digitalen Angebote. Auch die Zunahme an chronischen Krankheiten könnte einen wachsenden Bedarf bedeuten, der gleichzeitig Kosteneinsparungen erfordert. Gerade durch die Nutzung von Telemedizin erscheinen umfangreiche Kosteneinsparungen im Gesundheitssystem möglich.

Die Nutzung von Smartphones und Computern führt zu einer Verschmelzung von Telekommunikationstechnologien und Medizintechnik und könnte ebenfalls zur Dynamik beitragen. Jedoch könnte der Mangel an geschultem medizinischem Personal, das auf Telemedizin spezialisiert ist, ein hinderlicher Faktor für die dynamische Marktentwicklung sein.



3 LEUCHTTURM-BEISPIELE

3.1 TELEMEDIZINISCHE ASSISTENZ – RHEINLAND-PFALZ

Das Pilotprojekt „Telemedizinische Assistenz“ (TMA) soll helfen, die hausärztliche Versorgung im ländlichen Raum in Rheinland-Pfalz zu stärken und wird von den Krankenkassen durch zusätzliche Honorarzahungen an die mitwirkenden Praxen finanziell gefördert. Durch das zunehmende Alter der Bevölkerung verringert sich die Mobilität der Patienten, während gleichzeitig der medizinische Bedarf steigt.

„An dem TMA-Projekt werden insgesamt 24 Hausarztpraxen und bis zu 56 Ärzte sowie bis zu 46 TMA in vier ländlichen Regionen teilnehmen. Speziell geschulte Telemedizin-Assistenzkräfte sollen mithilfe moderner telemedizinischer Ausrüstung unter anderem verschiedene Vitalparameter digital erfassen, die an ein mitgeführtes Tablet übertragen und von dort direkt an die Praxis übermitteln können. Die Ärzte können die eingehenden Daten sichten und mit der TMA oder den Patienten vor Ort zum Beispiel über Videotelefonie in Kontakt treten. Das Projekt hat eine Laufzeit von zwei Jahren und wird wissenschaftlich evaluiert.“

→ www.aerzteblatt.de/nachrichten/116154/Pilotprojekt-in-Rheinland-Pfalz-soll-Aerztemangel-auf-dem-Land-abschwaechen

3.2 DOCDIRECT – BADEN-WÜRTTEMBERG

„DocDirect“ ist ein Modellversuch in Baden-Württemberg zur telemedizinischen Beratung, der im Jahr 2018 gestartet wurde. Problematisch war bei diesem Modellversuch die Datensicherheit, und die Anforderung, dass Ärzt:innen keine Rezepte und Krankmeldungen online ausstellen durften. Diese Rahmenbedingungen wurden jedoch während der Pandemie geändert und es ist davon auszugehen, dass diese Möglichkeiten auch längerfristig bestehen werden. Im Rahmen von DocDirect stehen sogenannte PEP-Praxen zur Verfügung, falls Patienten untersucht werden müssen. In diesem Fall vermittelt die Leitzentrale noch am selben Tag einen Termin in eine gut erreichbare Praxis.

→ www.deutschlandfunkkultur.de/telemedizin-pilotprojekt-in-baden-wuerttemberg-docdirect.1001.de.html?dram:article_id=421426

3.3 KINDERHELDIN

Das Start-up „Kinderheldin“ bietet eine medizinisch fundierte Beratung für alle akuten sowie allgemeinen Fragen rund um Schwangerschaft, Geburt, Wochenbett und Kind. Kinderheldin ist täglich – auch an Wochenenden und feiertags – örtlich unabhängig per Chat oder Telefon erreichbar. Das Start-up will so eine unkomplizierte und schnelle Lösung anbieten, um die Gesundheitsversorgung von Frauen, Kindern und Familien in Deutschland weiter zu verbessern und bestehende Versorgungsstrukturen sinnvoll zu ergänzen. Voraussetzung einer Mitarbeit bei Kinderheldin sind eine staatlich anerkannte Ausbildung und Berufserfahrung als Hebamme. Auch Ärzt:innen arbeiten im Team mit.

→ <https://kinderheldin.de>

3.4 GIGA FOR HEALTH

GIGA FOR HEALTH – 5G-Medizincampus in NRW ist ein gefördertes Projekt, das das Ziel verfolgt, durch Mobile Edge Computing Lösung geringe Latenzen und durch die nötige Computerleistung für Echtzeitanwendungen die Verarbeitung der vernetzten Daten zu unterstützen, die im medizinischen Bereich erforderlich sind.

Das Funknetz wird unter Beachtung der elektromagnetischen Verträglichkeit von Menschen und Umgebung geplant und ergänzend sollen Vorhaben in den Bereichen „5G-Mixed Reality“ und „5G Intelligente Vernetzung mit innovativer Telemedizin“ aufgebaut werden. Der Einsatz von 5G ermöglicht hohe Datenraten und -kapazitäten, kombiniert mit einer geringen Latenz und einem hohen Sicherheitsniveau. Die Anwendungsfelder erfordern die enge Kooperation vieler unterschiedlicher Disziplinen.

„Nur mit dem neuen Mobilfunkstandard lassen sich überlebenswichtige Echtzeitübertragungen und die nötige Datensicherheit zur Übermittlung der Datenmassen im medizinischen Bereich gewährleisten.“

→ <https://5g.nrw/best-practice/giga4health>

3.5 KRY – START-UPS FÜR VIDEOSPRECHSTUNDEN

2015 wurde Kry in Schweden gegründet, um Videosprechstunden in abgelegenen Regionen anzubieten. Später wurde auch in Norwegen, Großbritannien und Frankreich Kry gestartet. Seit 2019 ist der Service auch in Deutschland verfügbar und seit 2020 auch in den USA. Ähnliche Services wie Kry bieten auch immer mehr andere Anbieter an. Einen Überblick gibt Klinikkompass.com.

Ziel dieser Services ist nicht nur die Überbrückung von physischen Entfernungen, sondern auch die Ausweitung der Verfügbarkeit auf Zeiten außerhalb der üblichen Sprechzeiten und die einfache Vereinbarkeit von Terminen über das Smartphone.

→ www.klinikkompass.com/en/these-companies-provide-video-consultation-in-germany

→ www.businessinsider.de/gruenderszene/health/telemedizin-kry-videosprechstunde-deutschland

3.6 SALUS – INNOVATIONSFONDPROJEKT

In diesem Projekt der Klinik für Augenheilkunde des Universitätsklinikums Münster zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT wird untersucht, wie sich die Versorgung von Glaukom-Patienten durch die Messung des Augeninnendrucks in der häuslichen Umgebung verbessern lässt. Dies beinhaltet auch eine telemedizinische Vernetzung von Ärzten, Kliniken und Patienten über eine elektronische Fallakte. Das Projekt wird auch vom kassenärztlichen Verband unterstützt.

→ www.kwvl.de/arzt/ivf/innov_fonds/index.htm



4 SCHLUSSFOLGERUNG FÜR DAS MÜNSTERLAND

Video-Konsultationen haben sich während der Pandemie sehr dynamisch entwickelt und auch in Deutschland an Bedeutung gewonnen. Während in der Vergangenheit Deutschland eher hinter anderen europäischen Ländern lag, könnte sich dies durch die Pandemie ändern. Bis 2020 waren insbesondere Länder mit einer geringen Bevölkerungsdichte und viel ländlichem Raum (z. B. Schweden) Vorreiter auf dem Gebiet der Telemedizin.

Für das Münsterland könnten sich Nutzungsmöglichkeiten in den ländlichen Regionen ergeben. Die Versorgungsaufgaben der kassenärztlichen Vereinigungen könnten so deutlich einfacher und besser erfüllt werden. Unabhängig von der Entfernung können Konzepte wie Kry auch die Versorgung außerhalb der klassischen Sprechstunden verbessern und die Krankenhäuser und Notfallpraxen entlasten. Die neuen Möglichkeiten auch Krankschreibungen und Rezepte über Video-Konsultationen zu ermöglichen, könnten hier eine wichtige Rahmenbedingung sein. Daneben ist die Abrechnung über die Krankenkassen eine wichtige Voraussetzung.

Neben den Möglichkeiten innerhalb der Region könnte auch die Vernetzung mit anderen Regionen gute Potenziale bieten. Vorstellbar wäre z. B. eine Anbindung an zahlreiche Fach- und Spezialpraxen in den Ballungsgebieten um das Münsterland herum (z. B. Rheinland und Ruhrgebiet). Gemeinsam mit der kassenärztlichen Vereinigung könnte zunächst geklärt werden, welche Facharztgruppen im Münsterland fehlen.

Bereits vor der Pandemie konnten sich einige Start-ups in diesem Bereich etablieren und diese Entwicklung ist seit 2020 noch erheblich dynamischer geworden. Unabhängig von der internationalen Spitzenforschung und Entwicklung in diesem Bereich könnten Potenziale bestehen, die an die spezifischen Bedarfe der Region angepasst sind und eine Vernetzung mit anderen Regionen ermöglichen.

ZUKUNFTSSZENARIO



MÜNSTERLAND KALENDERBLATT 20.01.2031

Interview mit einer Gesundheitsexpertin

Wie kam es dazu, dass im Münsterland der Ausbau von ganz unterschiedlichen Formen der Telemedizin so aktiv gefördert hat?

Während der Corona-Pandemie wurden viele Dinge neu strukturiert und gerade im Bereich der Telemedizin war eine sehr dynamische Entwicklung absehbar, die durch die erheblichen finanziellen Belastungen noch verstärkt wurde. In dieser Situation haben wir das Projekt SALUS des Innovationsfonds als einen Ausgangspunkt genommen, um die Aktivitäten deutlich breiter aufzustellen. SALUS war zunächst speziell auf die häusliche Versorgung von Glaukom-Patient:innen ausgerichtet, aber die Ergebnisse waren vielversprechend und ließen sich auf sehr viele andere Bereiche übertragen. Wir haben dann das Folgeprojekt gemeinsam mit zahlreichen neuen Partnern aus dem Münsterland eingereicht, die z. B. auf die Bildverarbeitung und die Auswertung von Daten mit KI-Algorithmen spezialisiert waren. Einerseits wurde das Anwendungsgebiet auf 15 Krankheitsbilder ausgeweitet und gleichzeitig wurden neue Sensoren erprobt und die Daten umfangreich mit neuen Ansätzen ausgewertet. Wir stellten fest, dass erhebliche Kosteneinsparungen möglich waren und so wurde aus dem Innovationsprojekt das Münsterland die Vorreiterregion für Telemedizin.

5 QUELLEN UND WEITERE MARKTSTUDIEN

BCC Research (2020): Global Markets for Telemedicine Technologies. Verfügbar unter:
→ www.bccresearch.com/market-research/healthcare/global-markets-for-telemedicine-technologies.html

Global Market Insights (2020): Telemedicine Cart Market Size By Product (Single Display Cart, Dual Display Cart), By Operation (Powered {LiFe Powered Carts, SLA Powered Carts}, Non-powered), By Lift Technology (Manual, Electronic), By End-use (Hospitals, Clinics, Specialty Centers, Home Care Settings), Industry Analysis Report, Regional Outlook, Growth Potential, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast, 2020–2026.
Verfügbar unter: → www.gminsights.com/industry-analysis/telemedicine-cart-market

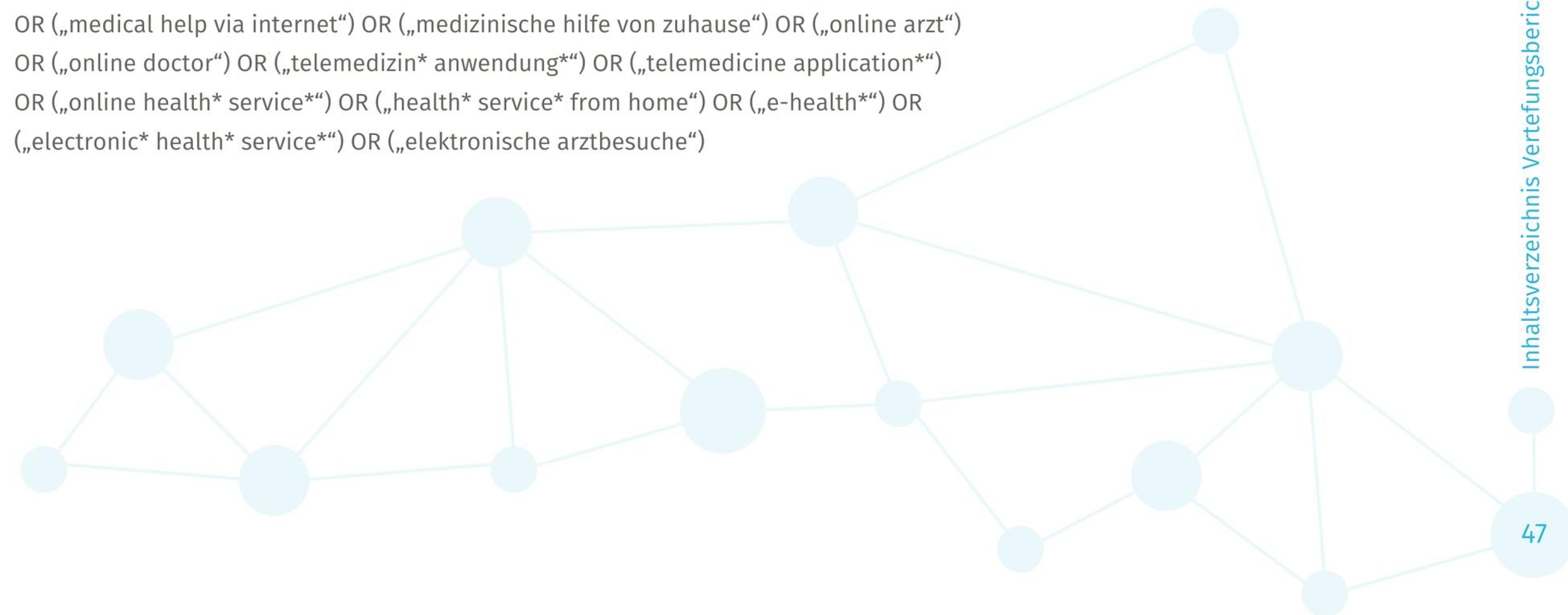
Global Market Insights (2020): Telemedicine Equipment Market Size By Product (Telemedicine Cart {Single Display Cart, Dual Display Cart}, Telemedicine Kit, Telemedicine Kiosk, Peripherals {Digital Camera, Stethoscopes, Digital Scopes, Ultrasound Probes, Pulse Oximeters}), By End-use (Hospitals, Clinics, Specialty Centers, Homecare Settings), Industry Analysis Report, Regional Outlook, Growth Potential, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast, 2020–2026.
Verfügbar unter: → www.gminsights.com/industry-analysis/telemedicine-equipment-market

Global Market Insights (2021): Telemedicine Market Size By Service (Tele-consulting, Tele-monitoring, Tele-education/training), By Type (Telehospital, Telehome), By Specialty (Cardiology, Gynecology, Neurology, Orthopedics, Dermatology, Mental Health), By Delivery Mode (Web/Mobile {Telephonic, Visualized}, Call Centers), Industry Analysis Report, Regional Outlook (U.S., Canada, Germany, UK, Italy, France, Spain, Poland, The Netherlands, Belgium, Sweden, Switzerland, China, Japan, India, Australia, Brazil, Mexico, South Africa, Saudi Arabia), Growth Potential, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast, 2021–2027.
Verfügbar unter: → www.gminsights.com/industry-analysis/telemedicine-market

Grand View Research (2021): Telemedicine Market Size, Share & Trends Analysis Report By Component, By Technology, By Application (Teleradiology, Telepsychiatry), By Delivery Mode, By Type, By End-use, By Region, And Segment Forecasts, 2021–2028. Verfügbar unter:
→ www.grandviewresearch.com/industry-analysis/telemedicine-industry

MarketsandMarkets (2021): Telemedicine Market by Technology [Axial Bone Densitometry (Dual Energy X-Ray Absorptiometry, Quantitative Computed Tomography), Peripheral (Quantative Ultrasound)], by End-User (Hospital Clinic) - Analysis & Global Forecast to 2020. Verfügbar unter: → www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/global-telemedicine-market-60454321.html

Suchstring: („telemedizin“) OR („telemedicine“) OR („telehealth*“) OR („telemedical care“) OR („telecare“) OR („medicine from home“) OR („health care from home“) OR („online health care“) OR („krankenversorgung* zuhause“) OR („krankenversorgung* online“) OR („doctor at home“) OR („ärztliche beratung von zuhause“) OR („medical help online“) OR („medical help via internet“) OR („medizinische hilfe von zuhause“) OR („online arzt“) OR („online doctor“) OR („telemedizin* anwendung*“) OR („telemedicine application*“) OR („online health* service*“) OR („health* service* from home“) OR („e-health*“) OR („electronic* health* service*“) OR („elektronische arztbesuche“)



KONTAKT:

Münsterland e.V.

Telefon +49 2571 94 93 27

buedding@muensterland.com

raiber@muensterland.com

www.muensterland.com

PROJEKTPARTNER WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG:



PROJEKTPARTNER TRANSFER:



PROJEKTPARTNER INNOVATIONSKOMPETENZFELDER:



FÖRDERER:



UNTERSTÜTZER:



PROJEKTLEAD:



