

APRIL 2024

# UNSERE GESUNDHEIT IN DER CLOUD

Untersuchung der sich  
entwickelnden Rolle von  
Cloud-Technologie im  
Gesundheitswesen



The  
**Health Policy  
Partnership**  
[research, people, action]

**iHD** The European Institute  
for Innovation through  
Health Data

## Über diesen Bericht

Dies ist die Übersetzung eines im Juni 2023 auf Englisch veröffentlichten Berichts, der von Catherine H. Whicher und Suzanne Wait von The Health Policy Partnership mit Unterstützung von Dipak Kalra und Nathan Lea vom European Institute for Innovation through Health Data verfasst wurde. Die Studie stützt sich auf Sekundärforschung und Experteninterviews. Zum Zeitpunkt der Übersetzung wurden nur geringfügige Anpassungen vorgenommen, um den Bericht besser auf den deutschen Kontext abzustimmen.

Die Autoren danken den folgenden Mitwirkenden für ihre Beiträge:

- ▶ **Prof. Dr Dr. Torsten Haferlach**, Münchner Leukämielabor
- ▶ **Prof. Mark Lawler**, Queen's University Belfast
- ▶ **Prof. Liesbet M. Peeters**, Universität Hasselt, MS Data Alliance
- ▶ **Gözde Susuzlu Briggs**, „Data Saves Lives“, Europäisches Patientenforum
- ▶ **Prof. Pascal Verdonck**, Universität Gent, Belgischer und Europäischer Verband der Krankenhausdirektoren

Wir danken auch den Kollegen von Amazon Web Services (AWS), die ihre Erfahrungen zum Einsatz von Cloud-Technologie im Gesundheitswesen geteilt haben.

**Bitte zitieren Sie diesen Bericht als:** The Health Policy Partnership und das European Institute for Innovation through Health Data. 2024. Unsere Gesundheit in der Cloud: Untersuchung der sich entwickelnden Rolle von Cloud-Technologie im Gesundheitswesen. London: The Health Policy Partnership

Ausschließlich zum Zweck der besseren Lesbarkeit wird auf eine geschlechterspezifische Schreibweise sowie auf eine Mehrfachbezeichnung verzichtet. Alle Personenbezeichnungen sollen dennoch als geschlechtsneutral angesehen werden.

# INHALT

Kurzfassung .....	4
-------------------	---

Ausblick auf die Zukunft der Gesundheitssysteme .....	6
---	---



<b>Cloud-Technologie verstehen .....</b>	<b>10</b>
--	-----------

Was ist Cloud-Technologie? .....	10
----------------------------------	----

Vorteile für Gesundheitssysteme, Patientenversorgung und Forschung .....	12
---	----

Minderung der Risiken im Zusammenhang mit Gesundheitsdaten .....	13
---	----

<b>Den Wandel vorantreiben: Cloud-Technologie in der Praxis .....</b>	<b>16</b>
---	-----------

Verbesserung der gesundheitlichen Chancengleichheit ...	17
---	----

Ein proaktiver Ansatz für das Gesundheitswesen .....	18
--	----

Verbesserung der Effizienz von Gesundheitsversorgung ...	19
--	----

Bereitstellung einer integrierten, personenzentrierten Gesundheitsversorgung .....	20
---	----

Ermöglichung von Präzisionsmedizin .....	21
--	----

Gemeinsame Nutzung von Daten zur Förderung von Innovationen .....	22
--	----



<b>Unterstützung einer optimalen Integration von Cloud-Technologie in Gesundheitssysteme .....</b>	<b>25</b>
--	-----------

Schaffung gesellschaftlicher und kultureller Akzeptanz .....	26
---	----

Überwindung technischer Hindernisse .....	27
---	----



<b>Den Weg in die Zukunft ebnen .....</b>	<b>28</b>
---	-----------

<b>Quellenangaben .....</b>	<b>30</b>
-----------------------------	-----------

# KURZFASSUNG



Gesundheitssysteme auf der ganzen Welt stehen vor noch nie da gewesenen Herausforderungen, deren Bewältigung einen umfassenden und datengestützten Ansatz erfordert. Die Cloud-Technologie („die Cloud“) ist ein wichtiger Wegbereiter für einen solchen datengesteuerten Ansatz. Sie bietet nicht nur eine wesentlich größere virtuelle Kapazität als lokale „on-premise“ Systeme, sondern ermöglicht zudem einen flexiblen Ansatz für die Datenverarbeitung und -speicherung und verschafft sowohl Skalierbarkeit als auch Effizienz. Dies ist wichtig, da sowohl die Gesundheitsversorgung und gesundheitsbezogene Forschung datenintensiver und kollaborativer als je zuvor sind und die Prozesse der Speicherung, Analyse und des Austauschs dieser Daten eine Rechenleistung und Geschwindigkeit erfordern, die weit über die gewöhnlichen Kapazitäten hinausgehen.

“ Wenn Sie zustimmen, dass der Patient an erster Stelle steht, müssen Sie einer integrierten, datengesteuerten Gesundheitsversorgung einfach Priorität einräumen. Dieser Ansatz erfordert Vertrauen und Einverständnis, aber auch Investitionen in die Infrastruktur.

**Prof. Pascal Verdonck**, Universität Gent, Belgischer und Europäischer Verband der Krankenhausdirektoren

Die Cloud-Technologie ist in unserem Leben bei der Nutzung von E-Mails, sozialen Medien oder Online-Banking bereits allgegenwärtig. Wenn es jedoch um die Gesundheitsversorgung geht, wissen die meisten Menschen nur sehr wenig darüber, welche Rolle die Cloud in diesem Bereich spielt. Tatsächlich hat die Cloud im Gesundheitswesen bereits ein enormes Potenzial gezeigt, das sich in mehreren wichtigen Bereichen in greifbaren Vorteilen für die Gesundheit des Einzelnen und der Bevölkerung niederschlägt:

- effizientere und personenzentriertere Gesundheitsversorgung
- ein bevölkerungsbezogener Ansatz für die Gesundheit
- Forschung als Motor der Innovation
- nachhaltige und widerstandsfähige Gesundheitssysteme

## → Effizientere und personenzentriertere Gesundheitsversorgung

Die Cloud-Technologie kann dazu beitragen, dass alle über eine Person zur Verfügung stehenden Informationen in klinische Entscheidungen einfließen und die Kontinuität der Gesundheitsversorgung verbessert wird. Sie kann zudem den Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) und Tools des maschinellen Lernens ermöglichen, um die Diagnose und den Zugang zur Behandlung zu beschleunigen.



**Ein cloudbasiertes KI-System, das für das Lesen von Hirnbildern geschult ist, interpretiert Computertomografie-Scans von Menschen mit Verdacht auf einen Schlaganfall in Sekunden statt in Stunden, und mit größerer Genauigkeit, was Patienten einen viel schnelleren Zugang zu lebensrettender Behandlung ermöglicht.<sup>1</sup>**

## → Ein bevölkerungsbezogener Ansatz für die Gesundheit



Die Cloud-Technologie kann die Anwendung fortschrittlicher Analysen zur Zusammenführung von Daten unterstützen, um Kausalitäten zwischen unterschiedlichen Faktoren zu ermitteln. Diese Verknüpfungen tragen dazu bei, Möglichkeiten zur Verbesserung der gesundheitlichen Chancengleichheit zu finden und entsprechende Interventionen schnell umzusetzen.

**Beschäftigte des öffentlichen Gesundheitswesens nutzten Cloud-Technologie, um während der COVID-19-Pandemie zahlreiche umfangreiche Datensätze zu aufzubereiten. In einem Fall wurde eine Übersichtsseite mit Daten des öffentlichen Gesundheitswesens in nur neun Tagen erstellt.<sup>2</sup>**

“ Es geht nicht wirklich um die Entscheidung, ob es sich um eine Cloud oder um eine „on-premise“ Lösung handelt. Es geht vielmehr darum, auf welche Leitprinzipien wir uns als Ökosystem für die Vertrauenswürdigkeit bei der Speicherung, Verarbeitung und Analyse von Daten einigen können.

**Prof. Liesbet M. Peeters**, Universität Hasselt, MS Data Alliance

### → Forschung als Motor der Innovation

leistung zur Verarbeitung von Daten bieten, die um ein Vielfaches größer ist als bei der herkömmlichen Datenverarbeitung. Infolgedessen wird die Forschung demokratisiert, da Organisationen jeder Größe Zugang zu auf maschinellem Lernen basierten Analysen und Daten-erkenntnissen erhalten.

**Die im Genom einer einzelnen Person enthaltenen Daten entsprechen mehr als 100.000 Fotos.<sup>3</sup> Vor dem Einsatz von Cloud-Technologie benötigte ein Labor für die Verarbeitung von molekularen Paneldaten einer Person bis zu 10 Stunden. Jetzt kann dieser Vorgang innerhalb von 15 Minuten erledigt werden.<sup>4,5</sup>**

### → Nachhaltige und widerstandsfähige Gesundheitssysteme

Der Einsatz der Cloud kann dazu beitragen, Ineffizienzen zu beseitigen und den reibungslosen Ablauf von Maßnahmen rund um die Erbringung der Gesundheitsversorgung zu erleichtern, gesundheitliche Ergebnisse zu optimieren und den medizinischen Fachkräften mehr Zeit für die Betreuung ihrer Patienten zu geben.

**Datenbankabfragen in einem Krankenhaus, das seine elektronischen Patientenakten auf die Cloud umgestellt hat, werden jetzt deutlich schneller verarbeitet: Aufgaben, für die ein Arzt früher 15–20 Minuten brauchte, dauern jetzt 15–20 Sekunden.<sup>6</sup>**

Trotz dieses Potenzials steckt die Einführung der Cloud-Technologie im Gesundheitswesen im Vergleich zu anderen Sektoren noch in den Kinderschuhen, und es bestehen nach wie vor mehrere Hindernisse für die Optimierung ihrer Nutzung. Mangelnde allgemeine Kenntnisse und mangelndes Verständnis der Cloud sowie wahrgenommene Risiken in Bezug auf Datenschutz und Sicherheit sind wesentliche erste Hindernisse, die es zu bewältigen gilt.

Die Gewährleistung von Sicherheit und Schutz der Daten bei der Cloudtransformation von Organisationen erfordert einen kooperativen Ansatz mit gemeinsamer Verantwortung. Cloud-Service-Anbieter müssen sich auf robuste, in die Cloud-Architektur integrierte Maßnahmen zur Risikominderung konzentrieren. Wie auch im Digitalisierungsgesetz (DigiG) §393 SGB V zum Cloud-Einsatz gefordert, sind unabhängige Nachweise zur IT-Sicherheit von Cloud Computing Anbietern zu erbringen, u.a. durch den Nachweis einer C5 Attestierung (Cloud Computing Compliance Criteria Catalogue). Gesundheitsorganisationen müssen sicherstellen, dass sie ihr Personal schulen und angemessene Datenschutzmaßnahmen ergreifen. Zudem müssen die politischen Entscheidungsträger kohärente Leitlinien, rechtliche Rahmenbedingungen und Mechanismen implementieren, um einen einheitlichen Ansatz im gesamten Gesundheitsbereich zu ermöglichen.

“ Natürlich ist dies noch Zukunftsmusik, aber sie findet auch bereits statt. Patientenvertreter müssen über die Cloud-Technologie informiert sein, um ihre Interessengruppen aufklären zu können und sich in Diskussionen rund um Cloud Nutzung einbringen zu können.

**Gözde Susuzlu Briggs**, „Data Saves Lives“, Europäische Patientenforum

Die Cloud-Technologie hat das Potenzial, transformative Veränderungen im gesamten Gesundheitswesen zu ermöglichen. In Anbetracht der Bandbreite ihrer Anwendungen sollte das Verständnis der Cloud-Technologie nicht auf die IT-Abteilungen beschränkt bleiben. Alle Interessengruppen sollten an der Optimierung ihrer Rolle zum Wohle der Gesundheit des Einzelnen und der Bevölkerung beteiligt werden, wobei die Bedürfnisse der Menschen, die eine Gesundheitsversorgung erhalten, im Vordergrund stehen müssen.

# AUSBLICK IN DIE ZUKUNFT DER GESUNDHEITSSYSTEME



**Gesundheitssysteme auf der ganzen Welt stehen vor noch nie da gewesenen Herausforderungen.** Dazu gehören Personalknappheit, finanzielle Engpässe, eine alternde Bevölkerung, die häufig mit mehreren nichtübertragbaren Krankheiten (Noncommunicable diseases, NCD) lebt, und zunehmende soziale Ungleichheiten, die zu Missverhältnissen bei Gesundheitsrisiken und -ergebnissen führen.<sup>7</sup> Angesichts dieses Drucks müssen sich die Verantwortlichen im Gesundheitswesen mit der Frage auseinandersetzen, wie sie widerstandsfähigere, nachhaltigere und effizientere Gesundheitssysteme entwickeln und gleichzeitig eine personenzentrierte, gerechte und hochwertige Versorgung für alle gewährleisten können.

## Die Verbesserung der Gesundheit des Einzelnen und der Bevölkerung erfordert einen umfassenden und datengesteuerten Ansatz.

Es sind gleichzeitige Anstrengungen erforderlich, um die öffentliche Gesundheit zu optimieren, die Gesundheitssysteme zu stärken, eine auf die Bedürfnisse des Einzelnen zugeschnittene, personenzentrierte Gesundheitsversorgung zu gewährleisten und Innovationen durch Forschung zu fördern (*Abbildung 1*). Um diese Ziele zu erreichen, müssen Erkenntnisse aus den vielen verschiedenen Informationsquellen über jeden Einzelnen gewonnen werden, um dessen Risiken und Gesundheitsbedürfnisse zu verstehen und Lösungen entsprechend anzupassen (*Abbildung 2*). Ein solch umfassender, datengesteuerter Ansatz trug entscheidend dazu bei, die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie abzuschwächen.<sup>8,9</sup> Er sollte repliziert werden, um alle Aspekte bei der Verbesserung der Gesundheit von Einzelpersonen und Bevölkerungsgruppen zu fördern.

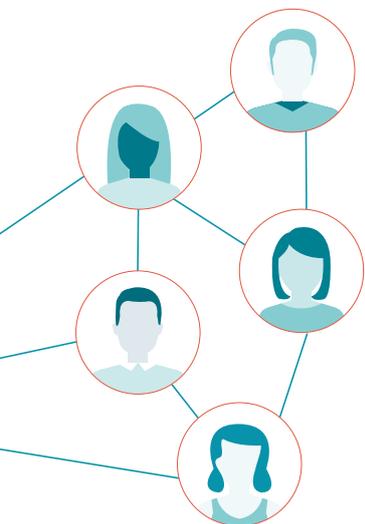
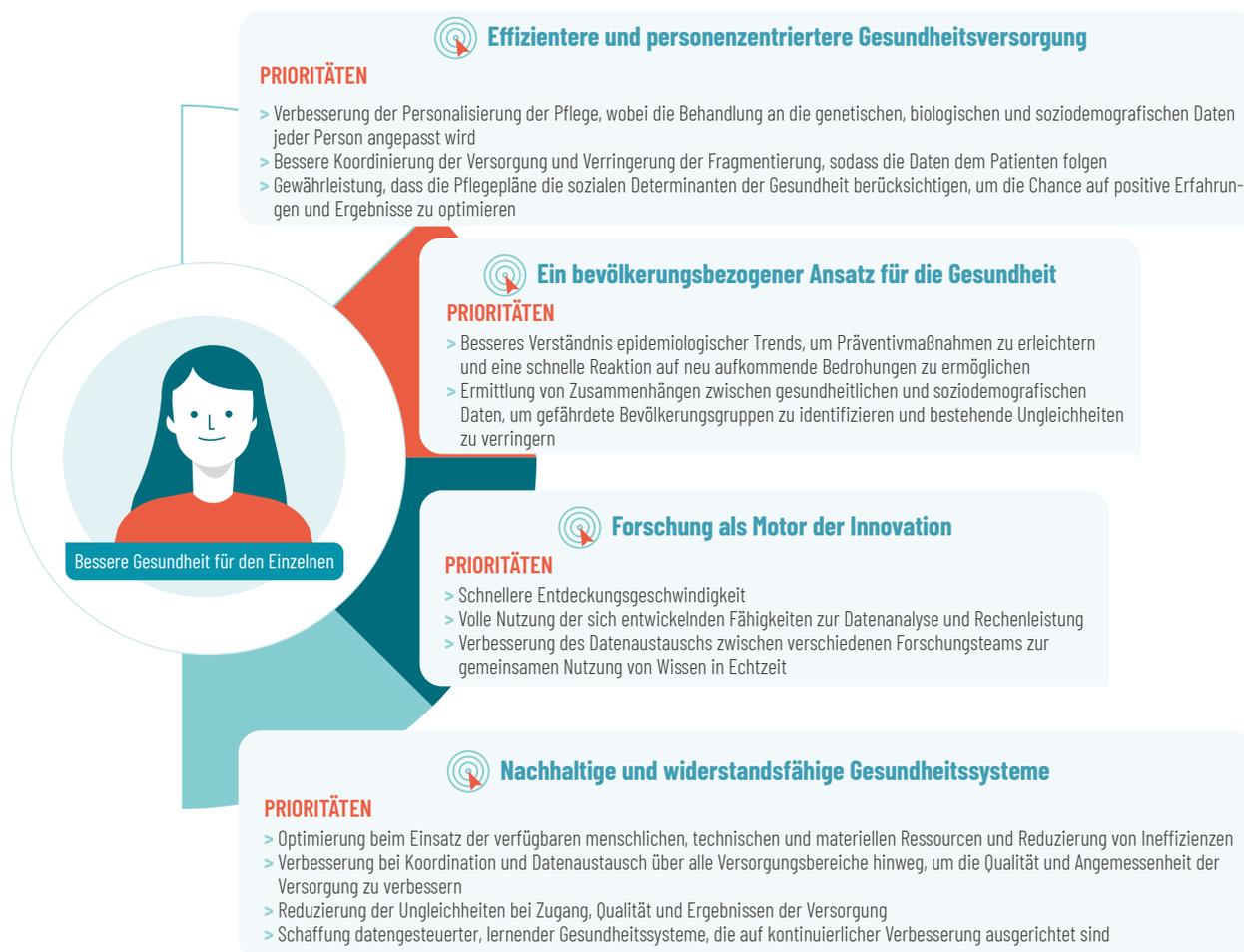


ABBILDUNG 1. Eine systemübergreifende Sichtweise der Prioritäten für die Verbesserung der Gesundheit des Einzelnen



**Die Cloud-Technologie ist ein Schlüsselfaktor für diese datengesteuerte Vision einer verbesserten Gesundheit und besserer Gesundheitssysteme.** Das Aufkommen der Cloud-Technologie hat es möglich gemacht, zahlreiche Arten von Daten und Informationen über mehrere Standorte hinweg zu bündeln, zu speichern und miteinander zu verbinden, sodass alle Nutzer Zugang zu einem gemeinsamen virtuellen Raum haben. Die theoretisch unbegrenzten Anwendungsmöglichkeiten können die Bereitstellung einer hochwertigeren, personalisierteren und effektiveren Gesundheitsversorgung unterstützen<sup>9,10</sup>, was wiederum die Nachhaltigkeit der Gesundheitssysteme durch die Reduzierung von Ineffizienzen verbessert. Die Cloud kann die Gesundheitssysteme zudem in die Lage versetzen, besser auf Innovationen von morgen zu reagieren. Bei entsprechender Integration hat sie das Potenzial, zu einem unverzichtbaren Instrument für die Optimierung von Gesundheits- und Forschungsökosystemen zu werden.

ABBILDUNG 2. Die Fülle der Daten zur Gesundheit einer Person<sup>1)</sup>



## Die Nutzung der Cloud-Technologie im Gesundheitswesen hinkt jedoch hinter der in anderen Sektoren hinterher, und es bestehen weiterhin Herausforderungen für Entscheidungsträger, die einen Cloud-First-Ansatz verfolgen möchten.

Zahlreiche Organisationen und Länder sowie die Europäische Union haben Strategien entwickelt, die der Beschaffung und Nutzung von IT über die Cloud Vorrang einräumen. Mit der Verabschiedung des Digitalisierungsgesetz (DigiG) und des dort enthaltenen §393 SGB V ist der Cloudeinsatz für Leistungserbringer im Gesundheitswesen klar geregelt,<sup>12-14</sup> unter Beachtung bestimmter Kriterien für Datensicherheit und Datenschutz.<sup>15</sup> Die Umsetzung solcher Richtlinien und Gesetze über die vielen Ebenen eines Gesundheitssystems hinweg ist jedoch keine einmalige Angelegenheit.<sup>10</sup> Angemessene Vorbereitung, Zeit, Änderungsmanagement und Schulungen sind erforderlich, um den Übergang zu erleichtern.

## Außerdem stellt ein begrenztes Verständnis der Cloud-Technologie ein Hindernis für eine weitere Verbreitung im Gesundheitswesen dar.

Obwohl die Cloud bereits in zahlreichen Branchen wie dem Finanzwesen und der Telekommunikation als vertrauenswürdig gilt, haben Untersuchungen gezeigt, dass einige Interessengruppen immer noch Bedenken hinsichtlich ihrer Anwendung im Gesundheitswesen haben, insbesondere im Hinblick auf Datenschutz, Cybersicherheit, und Governance.<sup>10 11 16-19</sup> Ein kooperativer Ansatz, der die gemeinsame Verantwortung von Cloud-Service-Anbietern, Organisationen, die Cloud Dienste nutzen und politischen Entscheidungsträgern fördert, gewährleistet, dass Cloud-gestützte Technologien stets im besten Interesse der Menschen und Bevölkerungsgruppen eingesetzt werden, denen sie dienen.



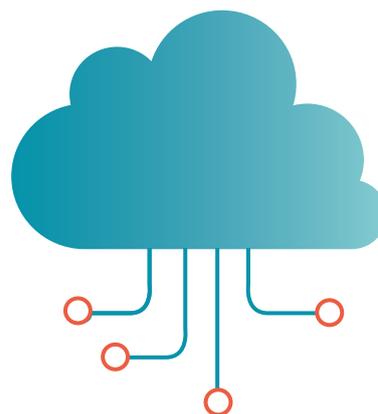
Transparenz ist bei der Einführung der Cloud von entscheidender Bedeutung. Es ist wichtig, die Vorteile, den Nutzen für den Patienten, die Lösungen und die Risiken zu erklären. Natürlich ist dies noch Zukunftsmusik, aber sie findet auch bereits statt. Die Patienten müssen einbezogen werden, nicht weil sie mehr wissen, sondern weil sie andere Dinge wissen. Gelebte Erfahrungen sind ein äußerst wertvoller Bestandteil eines Multi-Stakeholder-Ansatzes.

**Gözde Susuzlu Briggs**, „Data Saves Lives“, Europäische Patientenforum

## Dieser Bericht zielt darauf ab, die Cloud-Technologie im Kontext des Gesundheitswesens zu entmystifizieren und ihre potenzielle Rolle als Schlüsselkomponente in unseren Gesundheitssystemen aufzuzeigen.

Er bietet eine leicht verständliche Beschreibung der Cloud-Technologie und stützt sich auf konkrete Beispiele, in denen sie bereits effektiv eingesetzt wurde. Es wird untersucht, wie kritische Fragen rund um Governance, Cybersicherheit und Datenschutz angegangen wurden oder werden können. Abschließend wird erörtert, wie Entscheidungsträger in ganz Europa alle relevanten Interessengruppen einbinden und die optimale Nutzung der Cloud-Technologie zur Verbesserung der Gesundheit der Bevölkerung fördern können.

# CLOUD-TECHNOLOGIE VERSTEHEN



## WAS IST CLOUD-TECHNOLOGIE?

Bei der Cloud-Technologie handelt es sich im Wesentlichen um eine IT-Infrastruktur, die als skalierbarer, messbarer Dienst bereitgestellt wird, wobei ein Cloud-Service-Anbieter die zugrunde liegende Netzinfrastruktur verwaltet.

### Hilfreiche Begriffe

**Cloud-Service-Anbieter:** die Einrichtung, Organisation oder Firma, die einem Nutzer Cloud-Technologie zur Verfügung stellt.

**Rechenleistung:** Die Fähigkeit eines Computers, Funktionen wie Berechnungen, Downloads oder Uploads auszuführen.

**Cybersicherheit:** Maßnahmen zum Schutz digitaler Infrastruktur vor Einsichtnahme, Manipulation oder anderweitigem Zugriff durch unbefugte Nutzer.

**Verschlüsselung:** Eine Möglichkeit, Informationen zu verbergen, indem man sie so verändert, dass sie ohne Schlüssel nicht lesbar sind.

**On-premises:** Server, die sich im Besitz des Nutzers befinden und von ihm betrieben werden, d. h. sich nicht in der Cloud befinden.

**Serverfarm:** Eine speziell dafür vorgesehene Ansammlung von Servern; häufig das Modell, das von Cloud-Service-Anbietern verwendet wird, um Verbrauchern Datenverarbeitung im großen Maßstab anzubieten.

Die Cloud-Technologie bietet eine Möglichkeit, die großen Datenmengen und die Leistungsfähigkeit der im Gesundheitswesen verfügbaren Analysen zu nutzen.

Das wohl bekannteste Merkmal der Cloud-Technologie ist die Tatsache, dass sie deutlich größere Mengen an virtueller Kapazität bietet als lokale „on-premise“ Umgebungen. Dies ist wichtig, da sowohl die Gesundheitsversorgung als auch die gesundheitsbezogene Forschung datenintensiver und kollaborativer denn je sind und die Prozesse der Erfassung, Kombination, Speicherung, Analyse und des Austauschs dieser Daten eine weitaus höhere Rechenleistung, Cybersicherheit und Geschwindigkeit erfordern, die weit über die üblichen Möglichkeiten vor Ort hinausgehen.<sup>5 20 21</sup> So entspricht beispielsweise die Datenmenge, die im Genom einer Person enthalten ist, mehr als 100.000 Fotos.<sup>3</sup>

Die Cloud-Technologie ermöglicht einen flexiblen Ansatz für IT-Dienste und Datenverarbeitung und bietet mehr Effizienz und Nachhaltigkeit.

Bei der Cloud handelt es sich um einen messbaren Dienst, der es ermöglicht, IT-Dienste und Datenverarbeitung nur nach tatsächlicher Nutzung zu bezahlen, anstatt im Voraus für Konnektivität, Software, Hardware und die damit verbundenen Kosten von Servern vor Ort, Energie und Kühlung, zu zahlen (*Box 1*). Der Cloud-Service-Anbieter übernimmt die Verantwortung für die zuverlässige Datenspeicherung und Konnektivität (z. B. Serverwartung und zugrunde liegende Software-Updates)<sup>22</sup> sowie für die Umsetzung geeigneter Cybersicherheitsmaßnahmen auf Infrastrukturebene.

**BOX 1.** Die wichtigsten Merkmale der Cloud-Technologie<sup>9,11,22</sup>

MERKMAL	Was ist damit gemeint?	Warum es wichtig ist
 <p><b>Messbare Dienste („Pay-per-Use“)</b></p>	<p>Computerdienstleistungen werden gemessen</p>	<p><b>Ausgaben</b> pro Einheit ermöglichen Kosteneinsparungen für IT-Ressourcen, die nicht genutzt werden (z. B. aufgrund saisonaler Schwankungen der Nachfrage)</p>
 <p><b>Selbstbedienung auf Abruf</b></p>	<p>Der Verbraucher erwirbt automatisch Rechenkapazitäten nach Bedarf, ohne dass eine wesentliche menschliche Interaktion erforderlich ist</p>	<p><b>Der Administrator</b> kann seine Nutzung des Angebots des Cloud-Service-Anbieters auf einer speziellen Konsole ändern (z. B. Hinzufügen von „virtuellen Hardware“-Tools für erweiterte Analysen)</p>
 <p><b>Schnelle Skalierbarkeit („Elastizität“)</b></p>	<p>Rechenkapazitäten können oft automatisch nach oben und unten skaliert werden</p>	<p><b>Cloud-Technologien</b> reagieren auf Änderungen der Kundennachfrage. Bei der Beendigung eines Projekts können Kosten eingespart werden und bei der Skalierung einer neuen Initiative gibt es keine Verzögerungen</p>
 <p><b>Breiter Netzwerkzugriff</b></p>	<p>Die Funktionen der Cloud-Technologie sind über ein Netzwerk verfügbar und von verschiedenen Geräten aus zugänglich</p>	<p><b>Ganze Projekt-Teams</b> und -Organisationen können unabhängig von ihrem physischen Standort auf dieselben Datensätze, Analysetools und Software zugreifen</p>
 <p><b>Gemeinsame Nutzung von Ressourcen</b></p>	<p>Die Ressourcen des Anbieters können mehrere Verbraucher gleichzeitig bedienen, unabhängig von ihren Standorten</p>	<p><b>Große Teams</b> und Organisationen können gleichzeitig auf die IT-Dienste zugreifen, ohne an Kapazitätsgrenzen zu stoßen</p>

Infolgedessen können Krankenhäuser und Forschungseinrichtungen, die auf Cloud-basierte Dienste umsteigen, ihre Kosten im Laufe der Zeit senken, wobei die Betriebskosten flexibel nach oben oder unten angepasst werden können, um ihren Bedürfnissen gerecht zu werden.<sup>22</sup> Nutzer können zudem wählen, inwieweit sie ihre IT-Praktiken in Cloud-Umgebungen oder in „on-premises“ Umgebungen vor Ort einbetten, was die Möglichkeit eines hybriden Ansatzes bietet. Cloud-Service-Anbieter mit mehreren Serverfarmen können Nutzern die Wahl des geografischen Standorts für die Speicherung und Verarbeitung von Daten überlassen, was für die Einhaltung von Vorschriften oder die Notfallwiederherstellung hilfreich sein kann.

### **VORTEILE FÜR GESUNDHEITSSYSTEME, PATIENTENVERSORGUNG UND FORSCHUNG**

**Die Verarbeitungsleistung der Cloud-Technologie und die Möglichkeit, Daten zusammenzuführen, bringen erhebliche Vorteile für Gesundheitssysteme und Patienten.** Die Cloud-Technologie ist bereits in unserem Leben präsent, wenn wir E-Mails, soziale Medien, Streaming-Dienste oder Online-Banking nutzen. Wenn es jedoch um das Gesundheitswesen geht, wissen die meisten Menschen nur sehr wenig über die Rolle oder den potenziellen Wert dieser Technologie. Mithilfe der Cloud können Gesundheitssysteme Daten in verschiedenen Bereichen nutzen, ohne dass das Risiko von Doppelarbeit und Ineffizienz besteht. Sie kann eine bessere Koordinierung der Versorgung unterstützen, indem sie die Verwendung elektronischer Patientenakten und Echtzeit-Interaktionen zwischen Ärzten ermöglicht, was eine bessere Kontinuität der Versorgung für den Einzelnen bedeutet. Außerdem können aktuelle Patientendaten für das gesamte (autorisierte) Gesundheitsteam zugänglich gemacht werden, sodass Ärzte Patienten aus der Ferne begleiten können und die Patienten mehr über ihren Zustand erfahren und eine proaktive Rolle übernehmen können, indem sie in Echtzeit relevante Antworten von ihren Behandlungsteams anfordern.

**Außerdem beschleunigt die Cloud-Technologie die Geschwindigkeit der Forschung um ein Vielfaches und demokratisiert sie zusätzlich.** Sie kann Verarbeitungsleistungen bieten, die um ein Vielfaches höher sind als bei der herkömmlichen Datenverarbeitung. Infolgedessen können Unternehmen jeder Größe auf maschinelle Lernanalysen und Datenerkenntnisse zugreifen. Daten und Rechenressourcen aus verschiedenen Umgebungen und geografischen Standorten können in zentralisierten, zugänglichen virtuellen Räumen, wie z. B. offenen Datenregistern, gebündelt und Forschungsteams auf der ganzen Welt für Untersuchungen zur Verfügung gestellt werden.<sup>5</sup>

## MINDERUNG DER RISIKEN IM ZUSAMMENHANG MIT GESUNDHEITSDATEN



Menschen müssen sich darüber im Klaren sein, dass es immer Risiken geben wird. Wir sollten als Gesellschaft eine Debatte darüber führen, welche Arten von Risiken wir bereit sind, zu tragen. Es geht nicht wirklich um die Entscheidung, ob es sich um eine Cloud oder um eine „on-premise“ Lösung handelt. Es geht vielmehr darum, auf welche Leitprinzipien wir uns als Ökosystem für die Vertrauenswürdigkeit bei der Speicherung, Verarbeitung und Analyse von Daten einigen können.

**Prof. Liesbet M. Peeters**, Universität Hasselt, MS Data Alliance Akademisch

**Jede Plattform, die Daten hält, birgt gewisse Risiken.** Patienten möchten zu Recht sicherstellen, dass ihre Gesundheitsdaten mit Vorsicht und Sorgfalt behandelt werden, und sie geben regelmäßig an, dass Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes und der Sicherheit im Mittelpunkt ihrer Entscheidungen über die Digitalisierung von Gesundheitsdaten stehen.<sup>10 1116-</sup>  
<sup>18</sup> Ein risikoarmer Ansatz bei der gemeinsamen Nutzung von Daten ist sowohl verständlich als auch angemessen, unabhängig davon, wo sich der Datenserver befindet, sei es in einer Arztpraxis, einem regionalen Krankenhaus, einer speziellen Speichereinrichtung oder auf einem Cloud-Server. Viele der Bedenken rund um die Cloud-Technologie gelten eigentlich für alle digitalen Gesundheitsplattformen und stellen Anforderungen dar, mit denen sich alle Verwalter digitaler Gesundheitsdaten befassen müssen (*Box 2*).<sup>23</sup>

**Die Absicherung gegen Risiken ist für Cloud-Service-Anbieter von größter Bedeutung und Maßnahmen zur Risikominderung können in die zugrunde liegende Architektur der Cloud eingebettet werden.** Unabhängige Prüfungen und Bewertungen spielen zudem eine entscheidende Rolle beim Nachweis der Vertrauenswürdigkeit von Cloud-Service-Anbietern, die entsprechende Industrienormen und Zertifizierungen übernommen haben. Mit der Verabschiedung des Digitalisierungsgesetz (DigiG) und des dort enthaltenen §393 SGB V ist der Cloudeinsatz für Leistungserbringer im Gesundheitswesen klar geregelt unter Beachtung bestimmter Kriterien für Datensicherheit und Datenschutz.<sup>15</sup> Unabhängig vom Land müssen alle Cloud-Service-Anbieter einheitliche und hohe Cybersicherheits- und Datensicherheitsanforderungen einhalten, um bekannte Risiken im Zusammenhang mit der Datenspeicherung und -weitergabe zu mindern.<sup>24-26</sup> Cloud-Service-Anbieter sollten auch eng mit Endnutzern (z. B. Krankenhäusern oder Forschungsinstituten) zusammenarbeiten und ihnen Hilfsmittel und Unterstützung zur Verfügung stellen, damit sie über Sicherheitsanforderungen auf dem Laufenden bleiben und die notwendigen Kenntnisse im Bereich der Cybersicherheit bei ihren Mitarbeitern aufbauen können. Dadurch können Benutzer Schwachstellen, auch menschliche Fehler, in ihren gesamten Abläufen angemessen handhaben.<sup>27</sup>

**BOX 2.** Prioritäten für den Einsatz von Cloud-Technologie im Gesundheitswesen<sup>10 11 16-20 28</sup>

PRIORITÄT	Wahrgenommenes Risiko	So lässt es sich effektiv handhaben
 <p><b>Datensicherheit</b></p>	<p>Cybersicherheit, z. B. Zugriff auf Gesundheitsdaten ohne Berechtigung (gehackt)</p>	<p>Alle Server – ob vor Ort oder in der Cloud – sind dem Risiko gezielter oder zufälliger Cyberangriffe ausgesetzt. Angemessene Investitionen in Datensicherheitspraktiken, Sicherheitsschulungen und eine Notfallplanung sind erforderlich, um dieses Risiko zu minimieren. Verschlüsselungstechniken werden immer wichtiger, um Daten vor unbefugten Nutzern zu schützen</p>
 <p><b>Datenschutz</b></p>	<p>Zugelassene Netzwerknutzer finden eine Möglichkeit, private individuelle Gesundheitsdaten ohne rechtmäßigen Grund einzusehen</p>	<p>Systeme können verschiedene Zugriffsebenen verwenden, um zusätzliche Schutzebenen hinzuzufügen, die speziell für sensiblere Daten (wie z. B. personenbezogene Patientendaten) gelten, sodass nur speziell befugte Benutzer sie einsehen oder darauf zugreifen können. Der Systemzugang kann geprüft werden, um Nutzungsmuster zu untersuchen und unbefugten Zugriff zu erkennen</p>
 <p><b>Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit</b></p>	<p>Ausfall des Cloud-Servers und dadurch Beschädigung oder Verlust von Daten</p>	<p>Benutzer können Daten auf mehreren, redundanten Servern an verschiedenen Standorten hosten, die als Backups dienen, wodurch die Wahrscheinlichkeit verringert wird, dass ein lokales Serverproblem den Verbraucher beeinträchtigt</p>
 <p><b>Wahrung des Datenqualitätsmanagements</b></p>	<p>Daten werden nicht immer im Einklang mit den gesetzlichen Anforderungen verarbeitet</p>	<p>Die Cloud-Technologie ermöglicht es, Systeme mit zuvor konfigurierten Regulierungs-, Governance- und Gesetzesstandards zu schaffen, wobei die Benutzer nicht in der Lage sind, die von ihrem Administrator festgelegten Anforderungen außer Kraft zu setzen</p>



AUS SICHT DES PATIENTEN

## EIN TUMOR WURDE FAST ÜBERSEHEN

In einem europäischen Land suchte Marie\* ihren Gynäkologen zu einer Routineuntersuchung auf. Ihr Arzt hatte bei der Ultraschalluntersuchung einen kleinen Knoten in ihrer Brust festgestellt, hielt ihn jedoch nicht für besorgniserregend. Da das Gesundheitssystem dieses Landes hauptsächlich auf Papier basiert, konnte der Arzt den Befund nicht mit früheren Untersuchungen vergleichen, es sei denn, Marie hätte eine CD oder physische Ausdrucke früherer Scans zu ihrem Termin mitgebracht. Sie hatte weder das eine noch das andere, da sie vor kurzem aus einem lateinamerikanischen Land mit anderen Dokumentationspflichten eingewandert war. Man sagte ihr, sie solle in ein oder zwei Jahren zur nächsten Routineuntersuchung kommen.

Als Marie ihre Familie besuchte, beschloss sie, ihren früheren Gynäkologen um eine zweite Meinung zu bitten. Das Gesundheitssystem ihres Heimatlandes nutzt die Cloud-Technologie, sodass der Gynäkologe mit ihrer Erlaubnis auf ihre digitale Patientenakte zugreifen und die neuesten Befunde mit den Ergebnissen früherer Scans aus den letzten zehn Jahren vergleichen konnte. Diese Vergleiche zeigten deutlich, dass sich die Größe des Knotens verdoppelt hatte, was eine Biopsie zur Folge hatte. Bei Marie wurde Brustkrebs im Frühstadium diagnostiziert und sofort behandelt.

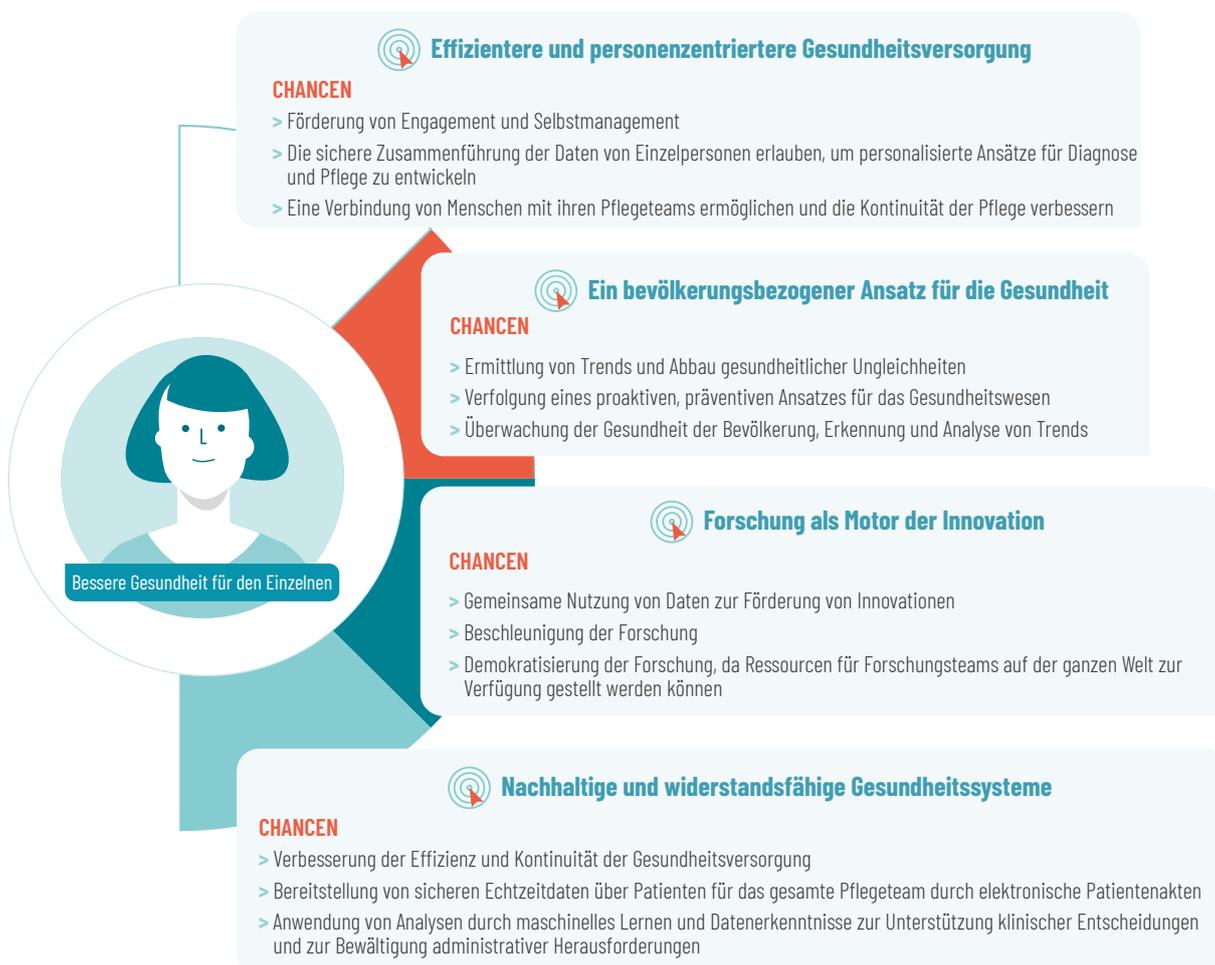
*\*Dieses Szenario beruht auf realen Erfahrungen; der Name der Person wurde geändert, um ihre Anonymität zu wahren.*

# DEN WANDEL VORANTREIBEN: CLOUD-TECHNOLOGIE IN DER PRAXIS



Obwohl der Einsatz von Cloud-Technologien im Gesundheitswesen im Vergleich zu anderen Sektoren noch in den Kinderschuhen steckt, hat die Cloud in Gesundheitssystemen, in der Forschung und in der öffentlichen Gesundheitspraxis bereits ein enormes Potenzial gezeigt. In diesem Abschnitt wird eine Reihe von Fallstudien vorgestellt, die zeigen, wie die Eigenschaften der Cloud-Technologie dazu beitragen können, einige der zentralen Herausforderungen zu bewältigen, mit denen das Gesundheitswesen, und die Forschung konfrontiert sind (Abbildung 3).

**ABBILDUNG 3.** So kann die Cloud-Technologie dabei helfen, die Ziele des Gesundheitswesens zu erreichen



## VERBESSERUNG DER GESUNDHEITLICHEN CHANCENGLEICHHEIT



Wenn es darum geht, die sozialen Determinanten der Gesundheit anzugehen, neigen wir dazu, Technologie zu wenig zu nutzen. Bei der Prävention nichtübertragbarer Krankheiten gewinnt sie jedoch zunehmend an Bedeutung, denn sie ermöglicht es, große Datenmengen aus verschiedenen Quellen zu erfassen und zu verstehen, um zu ermitteln, welche Maßnahmen am effizientesten und effektivsten zur Erreichung der Gesundheitsziele der Bevölkerung und zur Verbesserung der gesundheitlichen Chancengleichheit beitragen.

Prof. Mark Lawler, Queen's University Belfast

**Die Verbesserung der gesundheitlichen Chancengleichheit und die Beseitigung von Ungleichheiten stellen entscheidende Ziele für alle Gesundheitssysteme dar.** Die unverhältnismäßigen Auswirkungen von COVID-19 auf Menschen, die unterversorgten Gruppen oder ethnischen Minderheiten angehören<sup>29</sup>, haben das Verständnis und den Umgang mit den sozialen Determinanten der Gesundheit wieder in den Vordergrund gerückt. Die Gesundheit der Menschen wird durch viele Facetten ihrer Lebenswirklichkeit beeinflusst, darunter ihr Wohnort, ihr Einkommen, ihre Bildung und ihre ethnische Herkunft.<sup>30</sup> Um die möglichen Auswirkungen dieser verschiedenen Variablen auf die Gesundheit zu verstehen, müssen die verfügbaren Daten auf mögliche Zusammenhänge untersucht werden (*Fallstudie 1*).

**Die Cloud-Technologie ermöglicht die kombinierte Analyse von Daten auf individueller und Bevölkerungsebene, um mögliche Zusammenhänge zwischen Variablen zu ermitteln.** Dies erfordert die rechnergestützte Verarbeitung riesiger Datenbestände – was die Kapazität eines einzelnen gewöhnlichen Servers übersteigt – und die Anwendung fortgeschrittener Analysen zur Bestimmung von Trends und Kausalitäten. Solche Analysen können Ergebnisse liefern, die dabei helfen, Ungleichheiten bei den Ergebnissen zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen zu erkennen.<sup>31,32</sup> Dies wiederum kann als Grundlage für proaktive Maßnahmen zur Beseitigung dieser Ungleichheiten dienen, z. B. durch eine effizientere Verteilung von Ressourcen in der Bevölkerung.

### Fallstudie 1. **Ermittlung von Ungleichheiten bei der Krebsversorgung in Europa**<sup>32-34</sup>

In Europa gibt es erhebliche Ungleichheiten in der Krebsversorgung, sowohl innerhalb als auch zwischen den Ländern. Die Europäische Krebsorganisation (ECO) hat den European Cancer Pulse entwickelt, um diese Ungleichheiten zu erfassen und zu visualisieren und die medizinischen Fachkräfte und Patientensprecher in ihren Bemühungen zu unterstützen, Verbesserungen in der Krebsversorgung und -forschung zu fordern. Das Tool hat Daten aus 34 Ländern in zehn Interessenbereichen zusammengetragen und analysiert, darunter Unterschiede bei der Krankheitslast, den Forschungsausgaben, Früherkennungsprogrammen und der Überlebensrate. Die Daten erfassen Informationen zu mehr als 120 Indikatoren für Ungleichheiten auf dem europäischen Kontinent.

Die Zusammenstellung und Präsentation solcher Daten kann medizinische Fachkräfte, Forscher, Einzelpersonen und Patientenverbände in die Lage versetzen, spezifische Versorgungslücken und Best-Practice-Modelle zu ermitteln. Sie liefert ihnen auch die Beweise, um überzeugende Argumente für Veränderungen zu präsentieren.

## EIN PROAKTIVER ANSATZ FÜR DAS GESUNDHEITSWESEN



Seit der Pandemie haben Menschen ein besseres Verständnis über die Datenbewegung hinter den digitalen Technologien und die digitalisierte Gesundheit gewonnen und begreifen, was sie im Hinblick auf die Gesundheit der Bevölkerung wirklich bewirken können, aber es ist immer noch alles sehr neu.

Gözde Susuzlu Briggs, „Data Saves Lives“, Europäische Patientenforum

**Die Fähigkeit, verschiedene Datensätze miteinander zu verknüpfen, kann die Entwicklung gezielter Ansätze für das Gesundheitswesen unterstützen.** Die COVID-19-Pandemie hat deutlich gemacht, dass Angestellte des öffentlichen Gesundheitswesens in der Lage sein müssen, durch zahlreiche umfangreiche Datensätze zu navigieren, damit sie schnell Gesundheitstrends in der Bevölkerung ermitteln und Risiken durch die rasche Verbreitung von Interventionen mindern können.<sup>8</sup> In einem Fall nutzten Beamte des öffentlichen Gesundheitswesens Cloud-Technologie, um in nur neun Tagen eine Übersichtsseite mit Daten zur öffentlichen Gesundheit zu erstellen.<sup>2</sup> Das bevölkerungsbezogene Gesundheitsmanagement geht jedoch über akute Reaktionen hinaus. Cloud-basierte Ansätze können zudem die sichere Zusammenführung von Daten, die von Smartphones und tragbaren Geräten erfasst werden, mit anderen Gesundheitsdaten ermöglichen (*Fallstudie 2*). Aussagekräftige Analysen dieser Daten ermöglichen es, präventive Ansätze individuell anzupassen und eine Person in Echtzeit mit ihrem Gesundheitsteam zu verbinden.<sup>35</sup>

### Fallstudie 2.

#### **Förderung eines gesunden Lebensstils bei jungen Menschen unter Verwendung mobiler Technologie<sup>35</sup>**

Körperliche Inaktivität ist im Laufe des Lebens eines Menschen ein wesentlicher Risikofaktor für nichtübertragbare Krankheiten. Ein bewegungsarmer Lebensstil und schlechte Ernährung können zu Adipositas und anderen ernsthaften Gesundheitsrisiken führen. Das Jugendalter ist ein guter Zeitpunkt, um gesundheitsfördernde Gewohnheiten wie körperliche Aktivität, gute Ernährung und ausreichend Schlaf einzuführen.

In einer Pilotstudie entwickelten Forscher eine spezielle mobile Anwendung auf Basis einer Cloud-Plattform, die mit den von den Teilnehmern verwendeten tragbaren Technologiegeräten verbunden ist. Die Daten wurden in der Cloud analysiert und genutzt, um jedem Nutzer personalisierte Interventionen anzubieten. Das System vernetzte die Nutzer außerdem mit Experten, die sie im Verlauf der Studie gezielt unterstützen und ihre Fragen beantworten konnten. Die Daten jedes Teilnehmers konnten sicher aus der Cloud in dessen nationale Patientenakte übertragen werden, um die Kontinuität der Gesundheitsversorgung und die weitere Überwachung des Fortschritts über die Endphase der Studie hinaus zu unterstützen.

## VERBESSERUNG DER EFFIZIENZ DER GESUNDHEITSVERSORGUNG



Es geht nicht nur um Diagnostik, sondern es werden noch viele weitere Anwendungen der Cloud im Gesundheitswesen entwickelt. Vollständige Daten über den Gesundheitszustand einer Person können direkt in Präzisionsmedizin und gezielte Behandlungspläne umgewandelt werden. Dies wird schon bald der Fall sein.

Prof. Dr Dr. Torsten Haferlach, Münchner Leukämielabor

**Angesichts des finanziellen Drucks, unter dem alle Gesundheitssysteme stehen, bietet die Beseitigung von Ineffizienzen bei der Leistungserbringung eine wichtige Gelegenheit, Budgetengpässe zu entschärfen und gleichzeitig den Pflegestandard zu verbessern.** Schätzungen von Experten zufolge ist bis zu 20 % der Gesundheitsversorgung ineffizient – d. h. sie trägt nicht zu besseren Gesundheitsergebnissen bei – und ein Großteil dieser Ineffizienz ist auf mangelnde Koordination innerhalb der Gesundheitssysteme zurückzuführen.<sup>36</sup> Dies kann leicht vermieden werden. Die Umstellung von Papier auf elektronische Patientenakten ist eine wichtige Triebkraft für Effizienz, unter anderem, weil sie die Möglichkeit bietet, verschiedene Arten von Daten aus unterschiedlichen Quellen in einer Akte zusammenzuführen.<sup>5</sup> Dazu können auch unstrukturierte (Text-)Daten gehören, da über Cloud-Technologie verfügbare maschinelle Lerntools nun in der Lage sind, handschriftliche Formulare zu lesen.<sup>37</sup> Optimierte, datengesteuerte Prozesse können den reibungslosen Ablauf von Maßnahmen bei der Erbringung von Pflegeleistungen erleichtern und so Gesundheitsergebnisse optimieren. Solche Prozesse können zudem Ineffizienzen für Ärzte, Verwaltungs- und Hilfspersonal beseitigen. Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz von Cloud-fähiger künstlicher Intelligenz zur Verkürzung der diagnostischen Bearbeitungszeiten (*Fallstudie 3*).

### Fallstudie 3.

#### **Künstliche Intelligenz zur Überprüfung von Gehirnschans in Sekundenschnelle<sup>1</sup>**

Bei der Behandlung eines Schlaganfalls ist Zeit ein entscheidender Faktor. Einer der wichtigsten diagnostischen Schritte bei der Bestätigung, dass ein Schlaganfall vorliegt, ist eine Computertomografie (CT), deren Auswertung durch medizinisches Fachpersonal mehrere Stunden in Anspruch nehmen kann, was möglicherweise lebensrettende Behandlungen und Interventionen verzögert. Ein Forschungsteam beschloss, künstliche Intelligenz zu schulen, um diesen Engpass in der Versorgung zu beheben. In Zusammenarbeit mit Spezialisten für maschinelles Lernen entwickelte das Team einen Algorithmus, der einen CT-Scan in 30 Sekunden lesen konnte. Das cloudbasierte System sparte pro Scan mehrere Stunden Zeit, und seine Ergebnisse waren genauer als die von menschlichen Experten.

Diese Technologien ermöglichen eine schnellere lebensrettende Behandlung von Hirnverletzungen und geben Ärzten mehr Zeit für ihre Patienten. Sie können außerdem kleineren Krankenhäusern die gleichen Diagnosemöglichkeiten wie Fachzentren bieten, da die einzigen benötigten Hilfsmittel ein CT-Scanner und eine Verbindung zur Cloud sind.

## BEREITSTELLUNG EINER INTEGRIERTEN, PERSONENZENTRIERTEN GESUNDHEITSVERSORGUNG



Wenn Sie zustimmen, dass der Patient an erster Stelle steht, müssen Sie auch einer integrierten, datengesteuerten Gesundheitsversorgung Priorität einräumen – alle darüber hinausgehenden Herausforderungen sind zweitrangig. Das ist der einzige Weg, um im Gesundheitswesen Werte zu schaffen und bessere Erfahrungen und Ergebnisse zu geringeren Kosten zu liefern. Dieser Ansatz erfordert Vertrauen und Einverständnis, aber auch Investitionen in die Infrastruktur.

**Prof. Pascal Verdonck**, Universität Gent, Belgischer und Europäischer Verband der Krankenhausdirektoren

### Gesundheitssysteme streben seit Jahren danach, eine stärker personenzentrierte Versorgung zu gewährleisten.

Klinische Leitlinien für nahezu alle Erkrankungen befürworten einen multidisziplinären Pflegeansatz, um die Koordination zwischen den verschiedenen an der Pflege einer Person beteiligten Leistungserbringern zu ermöglichen. Cloud-Technologie kann eine sichere Handhabung und Analyse der umfangreichen Daten ermöglichen, die eine Person im Laufe ihres Lebens generieren kann und so die Kommunikation zwischen den verschiedenen medizinischen Fachkräften optimieren. Dies ist besonders wichtig für Personen mit mehreren chronischen Erkrankungen, die aufgrund des isolierten Charakters der fachärztlichen Versorgung möglicherweise häufig parallele Behandlungspfade durchlaufen müssen (*Fallstudie 4*). Dies kann verwirrend und zeitaufwendig sein und wenn die Behandlung nicht auf die spezifischen medizinischen Bedürfnisse abgestimmt ist, sogar schädlich. Cloud-Technologie kann auch die Organisation und Untersuchung elektronischer Patientenakten erleichtern und den Ärzten Erkenntnisse in Echtzeit liefern.<sup>6</sup> Dies ist ein entscheidender Schritt zur Steigerung der Effizienz in der Pflege, indem sowohl der Administrationsaufwand von Ärzten reduziert als auch der zuverlässige Zugriff auf die vollständige Patientenakte einer Person verbessert wird (*Fallstudie 5*).

#### Fallstudie 4.

#### Integration der Pflege von Personen mit mehrfachen Erkrankungen<sup>38-41</sup>

Schätzungen zufolge leiden mehr als 28 % der über 50-Jährigen an mehr als einer nichtübertragbaren Krankheit. Forscher führten Pilotstudien in drei Ländern Europas durch, in denen sie auf einer Cloud-Infrastruktur-basierenden Technologie für die gemeinsame Behandlung von Herzinsuffizienz, Diabetes, Depression und Nierenversagen erprobten. Die Tools erstellten automatisch den Pflegeplan jeder Person auf der Grundlage bewährter klinischer Verfahren sowie ihrer Krankengeschichte, Medikamente, Gesundheitsziele und anderer Daten. Die Person und ihr multidisziplinäres Pflegeteam überprüften und personalisierten daraufhin den Plan.

Die Pflegeteams konnten sich schnell einen Überblick über die empfohlenen und bewährten Verfahren für jeden der verschiedenen Gesundheitszustände verschaffen. Sie konnten sich auf ein differenzierteres Gespräch einlassen, in dessen Mittelpunkt der vorgeschlagene Pflegeplan für die Person und alle weiteren Anpassungen standen, die zur Erfüllung ihrer Bedürfnisse und Ziele erforderlich waren. Die Studienteilnehmer schätzten die Vereinfachung ihres Pflegeplans, und stellten fest, dass es ihr Verständnis und ihr Engagement verbesserte.

## Fallstudie 5.

**Gewinnung von Erkenntnissen aus Patientendaten über eine umfassende Datenplattform<sup>6</sup>**

Eine Gruppe von Forschungskrankenhäusern in Belgien hatte erhebliche Mengen an Gesundheitsdaten digitalisiert, konnte aber nur begrenzt Erkenntnisse gewinnen, da die Daten auf verschiedenen Servern und Standorte verteilt waren. Um fortschrittliche Analysetools nutzen zu können, migrierte die Gruppe alle elektronischen Patientenakten und andere relevante Daten in eine Cloud-Infrastruktur. Das Team des Krankenhauses war daraufhin in der Lage, eine spezielle Datenplattform mit umfassenden Sicherheits- und Analysemöglichkeiten zu entwickeln, die den spezifischen Anforderungen und Zielen entspricht.

Datenbankabfragen erfolgen nun deutlich schneller, wobei Aufgaben, für die ein Arzt früher 15–20 Minuten brauchte, nun nur 15–20 Sekunden in Anspruch nehmen. Die Möglichkeit, mithilfe von für ihr System entwickelten Tools komplexere Analysen der Daten durchzuführen, bedeutet, dass Verwaltungsangestellte aus dem Gesundheitswesen schneller Erkenntnisse über ihre Patienten gewinnen können, die ihnen helfen, die Pflege jedes Einzelnen effizienter zu gestalten.

**ERMÖGLICHUNG VON PRÄZISIONSMEDIZIN**

Wir haben mehr als drei Petabyte an Daten sequenziert. Zum Vergleich: Wenn Sie ein Drei-Petabyte-Video herunterladen wollten, müssten Sie 100 Jahre lang Tag und Nacht vor dem Fernseher sitzen. Ohne die Cloud gibt es keine Möglichkeit, so viele Daten zu speichern.

**Prof. Dr Dr. Torsten Haferlach**, Münchner Leukämielabor

Die Präzisionsmedizin gilt seit langem als die Zukunft der Gesundheitsversorgung, doch zahlreiche Herausforderungen haben ihren Übergang von der Forschung in die klinische Praxis behindert.

Fortschritte in der Forschung, wie z. B. ein besseres Verständnis des menschlichen Genoms, sowie verbesserte Rechenleistung und Datenanalysefähigkeiten tragen dazu bei, dass dieser Übergang nun Wirklichkeit werden kann.<sup>42</sup>

Die Integration der Präzisionsmedizin in die tragende klinische Praxis erfordert zudem hochentwickelte IT-Plattformen, die auf Cloud-Technologie basieren.<sup>43</sup>

Diese können Genomdaten in großem Umfang und in kürzester Zeit verarbeiten und ermöglichen so die Identifizierung von Behandlungen, die für das Genomprofil jedes Patienten geeignet sind (*Fallstudie 6*).



Fallstudie 6.

**Ermöglichung personalisierter Behandlungen für Menschen mit Blutkrebs<sup>4 5</sup>**

Im Jahr 2020 erkrankten in Europa mehr als 250.000 Menschen an Blutkrebs. Das Münchner Leukämielabor (MLL) arbeitet an der Diagnostik und Behandlung von zwei Blutkrebsarten, Leukämie und Lymphomen. Vor dem Zugriff auf die fortschrittlichen Analysetools der Cloud-Technologie dauerte die Verarbeitung der molekularen Paneldaten eines Patienten bis zu 10 Stunden. Jetzt kann diese Aufgabe in 15 Minuten erledigt werden, sodass die Diagnose früher gestellt und die Behandlung rascher eingeleitet werden kann. Die Cloud-Umgebung des Labors ermöglicht dem MLL außerdem, sicher mit Forschungsgruppen auf der ganzen Welt an diesen riesigen Datensätzen zusammenzuarbeiten, indem ein „Tunnel“ für den Zugriff Dritter auf ausgewählte Daten und Analysetools in seiner Cloud geöffnet wird. Dieser kann dann geschlossen werden, sobald die Analyse abgeschlossen ist. Neben der Gensequenzierung arbeitet MLL mit Bildgebungsdaten in einem hochautomatisierten System, das mithilfe von Tools der künstlichen Intelligenz 500 Bilder in nur 20 Sekunden verarbeiten kann. Das Unternehmen erforscht den Einsatz künstlicher Intelligenz, um für jede Person maßgeschneiderte Behandlungsempfehlungen zu entwickeln.

Seit seiner Gründung im Jahr 2005 arbeitet MLL vollständig digital und scannt alle physischen Papiere beim Eingang, sodass alle Informationen zu jedem Fall für Abfragen zur Verfügung stehen. Die Akkreditierung (ISO 15189) für alle Phasen der Vor-Ort- und Cloud-basierten Prozesse hat Fragen zum Datenschutz und zur Sicherheit von Ärzten, Patienten und externen Forschern geklärt.

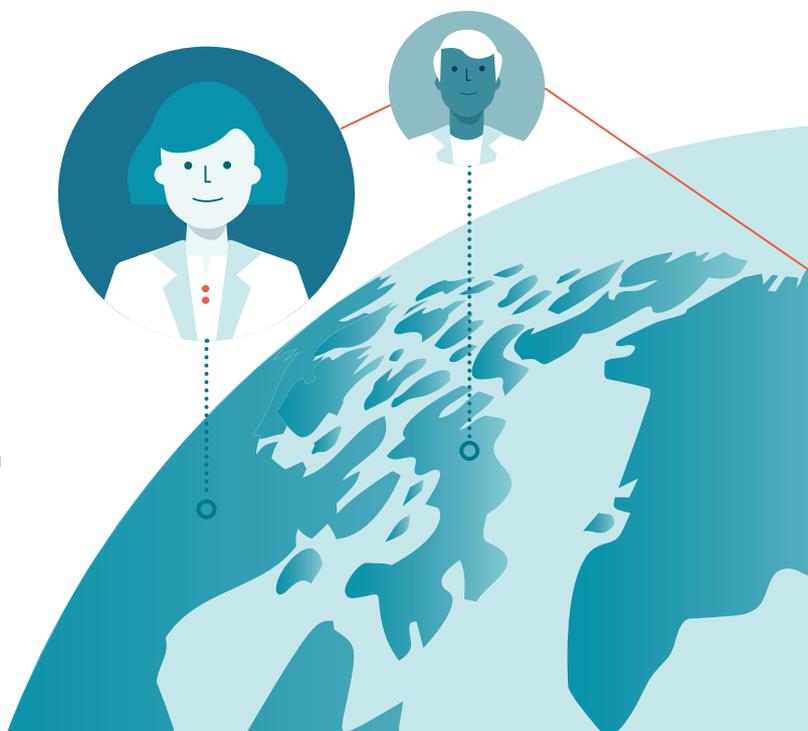
**GEMEINSAME NUTZUNG VON DATEN ZUR FÖRDERUNG VON INNOVATIONEN**



Weil wir bei der Digitalisierung des Gesundheitswesens und dem grenzüberschreitenden Datenaustausch so langsam vorankommen, werden viele dringend benötigte Erkenntnisse, die unsere Gesundheitssysteme verändern könnten, nicht oder nur in einem sehr langsamen Tempo gewonnen. Wenn es um Innovationen im Gesundheitswesen geht, ist die Kluft zwischen der Welt der Medizin und der Welt der Datenwissenschaft ein großes Hindernis.

**Prof. Liesbet M. Peeters**, Universität Hasselt, MS Data Alliance

Die gemeinsame Nutzung von Daten ist für Forscher von enormem Wert und kann durch die Cloud-Technologie erleichtert werden. Angemessen verschlüsselte Daten, die auf einer geeigneten virtuellen Plattform gespeichert sind, lassen sich leicht anonymisieren und mehreren Forschungsteams für verschiedene Zwecke zur Abfrage und Nutzung zur Verfügung stellen. Cloud-Technologie kann Verbindungen zwischen Daten, Analysetools, Forschern und Studienteilnehmern ermöglichen, um einen solchen Datenaustausch zu ermöglichen (Fallstudie 7).



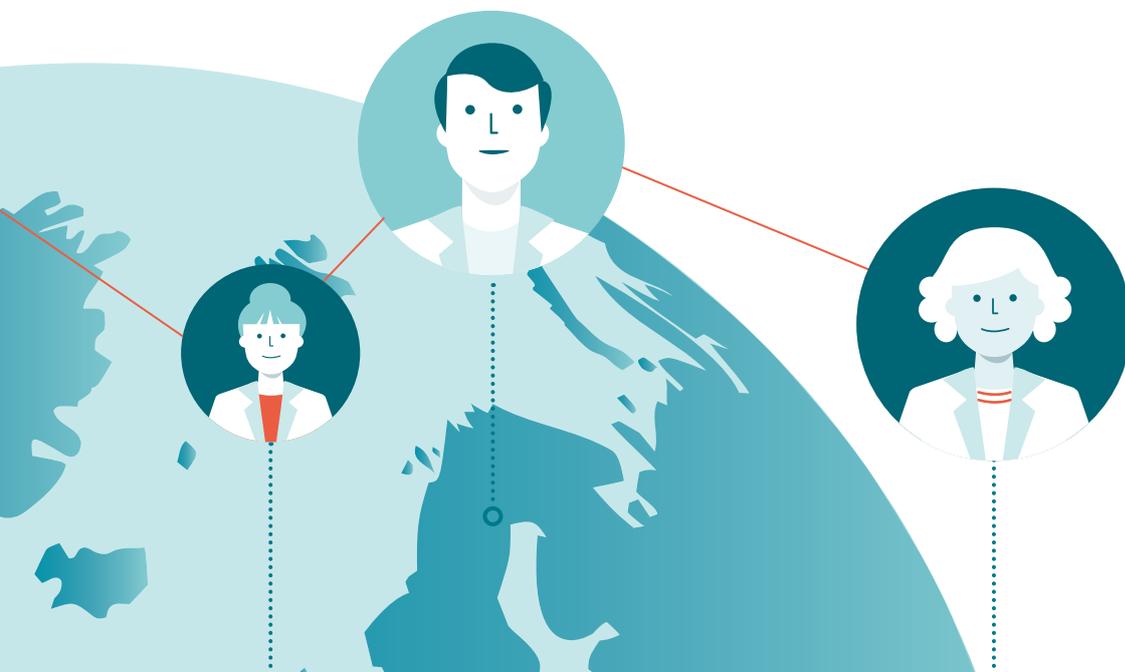
Dadurch wird nicht nur der Zugang zur Forschung demokratisiert, sondern es werden auch die Chancen auf sinnvolle Entdeckungen und Innovationen vervielfacht.<sup>26</sup> Die gemeinsame Nutzung von Daten kann auch die Wiederverwendung vorhandener Datensätze ermöglichen und so die Rentabilität der Datenerhebung erhöhen. Findata ist ein solches Beispiel für die Wiederverwendung von Daten aus dem Gesundheits- und Sozialwesen. Ähnlich wie MLL einen „Tunnel“ für externe Forscher öffnet (*Fallstudie 6*), nimmt die finnische Regierung Anträge von Forschern an, um die Daten in ihrer speziellen Betriebsumgebung, Kapseli, zu analysieren und dabei statistische Software und Computertools zur Unterstützung der Forschung einzusetzen.<sup>44 45</sup>

### Fallstudie 7.

### Das 100.000-Genome-Projekt von Genomics England<sup>46</sup>

Das genetische Material eines jeden Menschen ist ein großer Datensatz. Die darin enthaltenen Informationen zu entschlüsseln und zu verstehen, stellt, multipliziert mit den Millionen sequenzierter Genome, eine rechnerische und analytische Herausforderung von höchstem Ausmaß dar. Diese Datenmengen müssen jedoch auf Bevölkerungsebene analysiert werden, um ein besseres Verständnis seltener Krankheiten zu erlangen. Um diese Informationen zu verarbeiten und zu erfassen, arbeitete Genomics England mit mehreren spezialisierten Organisationen zusammen und beauftragte seinen Cloud-Service-Anbieter mit der Bereitstellung der zugrunde liegenden Infrastruktur und der Plattform-Tools, die für den Aufbau einer eigenen Forschungsumgebung erforderlich sind.

Insgesamt wurden 85.000 Personen für die Ganzgenomsequenzierung gewonnen. Allein von den ersten 4.000 Teilnehmern konnten durch die Sequenzierung und Analyse des gesamten Genoms 25 % neue Diagnosen auf der Grundlage der Projektergebnisse gestellt werden. Die Ergebnisse des Projekts, die weiterhin in der Forschung analysiert werden, werden eine schnellere und komplexere Analyse der genetischen Informationen aller teilnehmenden Personen ermöglichen. Dies wird wiederum weitere Durchbrüche und Innovationen in der biomedizinischen Wissenschaft, insbesondere bei seltenen Krankheiten, ermöglichen.





AUS SICHT DES PATIENTEN

## SICHERSTELLUNG EINER DIAGNOSE FÜR EINE FAMILIE, DIE FAST ZWEI JAHRZEHNTE AUF ANTWORTEN WARTET

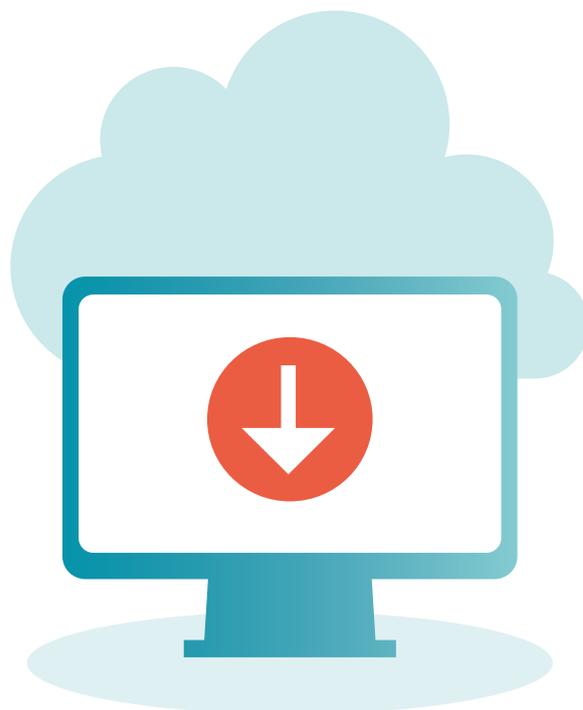
Annabel\* wurde im Jahr 2003 geboren. Obwohl sie zunächst ein gesundes Baby zu sein schien, zeigte sie vor ihrem ersten Geburtstag mehrere Entwicklungsverzögerungen und gesundheitliche Probleme, die im Alter von 20 Monaten schließlich zur Diagnose schwerer Autismus und Lernschwierigkeiten führte. In den folgenden Jahren unterzog sich Annabel weiteren Tests einschließlich genetischer Untersuchungen, aber ihre Familie erhielt nie eine eindeutige Diagnose, und ihr Gesundheitszustand verschlechterte sich weiter. Im Alter von 10 Jahren erlitt sie fast ständig Krampfanfälle; sie benötigte eine Gastrostomie und war auf einen Rollstuhl angewiesen, da sie eine schwere Skoliose hatte.

Als Annabel ein Teenager war, schlug ihr Kinderarzt ihr vor, an einer neuen Studie teilzunehmen, dem 100.000-Genome-Projekt, das eine noch nie dagewesene Forschung zu seltenen Krankheiten durchführte. Vier Jahre später erhielt Annabels Familie endlich eine Antwort: eine einzigartige Genmutation. Tatsächlich ist Annabel die einzige bekannte Person auf der Welt mit genau dieser Mutation.

Die eindeutige Diagnose war eine Erleichterung für Annabels Familie, die nun weiß, dass ihre anderen Kinder nicht Gefahr laufen, ähnliche Symptome zu entwickeln oder die Genmutation an ihre eigenen Kinder weiterzugeben. Derzeit wird an gezielten Therapien geforscht, die anderen Kindern mit ähnlichen Erkrankungen in Zukunft helfen können.

*\*Dieses Szenario beruht auf realen Erfahrungen; der Name der Person wurde geändert, um ihre Anonymität zu wahren.*

# UNTERSTÜTZUNG EINER OPTIMALEN INTEGRATION VON CLOUD-TECHNO- LOGIE IN GESUND- HEITSSYSTEME



Die Cloud-Technologie hat das Potenzial, ein Wegbereiter für eine verbesserte Gesundheit des Einzelnen und der Bevölkerung zu werden, doch veraltete Richtlinien und Hindernisse auf Systemebene bleiben bestehen. Die den Gesundheitssystemen inhärente Komplexität schränkt die Einführung von „Data-first“-Ansätzen im Allgemeinen ein und kann teilweise erklären, warum der Sektor im Bereich des Cloud-Computing hinter anderen zurückbleibt.<sup>24</sup> Darüber hinaus stoßen einige Interessengruppen bei der Beschaffung auf Hindernisse<sup>47</sup> – z. B. bei der Umstellung von der Klassifizierung von IT-Beschaffung als Betriebsausgabe statt als Investitionsausgabe.<sup>10</sup> Auch die Erstattungsrahmen müssen angepasst werden, um die Finanzierung digitaler Anwendungen zu ermöglichen, die Cloud-basiert sein können. So werden schon heute unter der deutschen Digitale-Gesundheitsanwendungen-Verordnung (DiGAV), Erstattungen für qualifizierte digitale Gesundheitsanwendungen ermöglicht, die bestimmte Datenschutz- und Datensicherheitsanforderungen erfüllen.<sup>48</sup> Auf Krankenhausebene können zudem die anfänglichen Kosten für die Einführung und Datenmigration abschreckend wirken.<sup>9,10</sup> Das größte Hindernis ist jedoch das begrenzte Verständnis der Cloud-Technologie und der relativen Risiken und Vorteile bei der Speicherung und Handhabung von Daten.

## SCHAFFUNG GESELLSCHAFTLICHER UND KULTURELLER AKZEPTANZ



Alles, was Sie im Zusammenhang mit Daten tun, sollte für den Patienten, das Gesundheitswesen, die Forschung und die Industrie von Nutzen sein. Einzelpersonen und Einrichtungen sind viel eher bereit, Daten zu erfassen und weiterzugeben, wenn sie den Wert darin sehen, sowohl individuell als auch kollektiv.

Prof. Mark Lawler, Queen's University Belfast

**Begrenzte Kenntnisse und ein begrenztes Verständnis der Cloud-Technologie sind die ersten Hürden, die bei der Schaffung von Akzeptanz zu nehmen sind.** Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass das allgemeine Wissen über die Cloud-Technologie oft begrenzt ist, manchmal sogar innerhalb der IT-Abteilungen von Krankenhäusern, und dass es unter den medizinischen Fachkräften an Interesse für die Cloud-Technologie mangelt, weil sie die potenziellen Vorteile möglicherweise nicht verstehen oder nicht erkennen können.<sup>10 23</sup> Dies gilt auch für die Patienten, die sich der potenziellen Vorteile der neuen Technologie für ihre Gesundheit oft nicht bewusst sind. Einige mögen diese Technologie einschüchternd finden, selbst wenn sie ihr Potenzial erkennen, während andere sie vielleicht nicht verstehen oder das Gefühl haben, dass sie nicht im Hinblick auf ihre Interessen entwickelt wurde.<sup>49</sup>

**Die Einbindung der Patientengemeinschaft ist der Schlüssel zur Verbesserung der Kenntnisse und des Verständnisses der Cloud-Technologie und zur Beseitigung von Bedenken im Hinblick auf Datenschutz und Sicherheit.** Die enge Zusammenarbeit mit Patientenorganisationen bei der Entwicklung und Integration von Cloud-basierten Technologien kann dazu beitragen, ein besseres Verständnis für die Cloud und ihre potenziellen Anwendungen zu schaffen und einen sicheren und verantwortungsvollen Umgang mit Gesundheitsdaten zu gewährleisten. Gemeinsame Ansätze wie DATA-CAN, das Zentrum für Gesundheitsdatenforschung für Krebs im Vereinigten Königreich, ist ein best-practice Beispiel, welches von Patientenvertretern die Sicherheit gibt, dass die Cloud-Technologie unter Berücksichtigung der Bedürfnisse und Prioritäten von Patienten und der Öffentlichkeit eingesetzt wird.<sup>33 50</sup> Dies hat dazu geführt, dass die beteiligten Patienten ein echtes Gefühl der Beteiligung entwickelt haben.<sup>33</sup>

**Auch innerhalb von Gesundheitsorganisationen ist ein kultureller Wandel erforderlich, um eine breitere Einführung der Cloud-Technologie zu ermöglichen.** Die Leiter von Gesundheitsorganisationen müssen darauf achten, transparent über die Vorteile und Risiken der Nutzung extern gehosteter IT-Dienste zu kommunizieren und ihre Fähigkeit zur Risikomitigierung zu demonstrieren.<sup>10 17 24</sup> Sie sollten die Umstellung auf die Cloud-Technologie als eine organisationale Veränderung und nicht nur als

eine Veränderung der IT-Infrastruktur verstehen. Sie müssen außerdem in neue Fähigkeiten ihrer IT-Spezialisten und Datenschutzbeauftragten investieren, um sicherzustellen, dass sie in der Lage sind, die Cloud-Technologie in vollem Umfang einzuführen und zu nutzen und ihre Integration in ihre Arbeitsabläufe zu optimieren.<sup>10</sup>

## BEWÄLTIGUNG TECHNISCHER HINDERNISSE



Die Wiederverwendung medizinischer Daten führt dazu, dass der Datenqualität und der Art und Weise, wie die Daten gespeichert werden, viel mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird. Dies ermöglicht die Einsicht, welche enormen Datenmengen tatsächlich vorhanden sind und sich auf die Gesundheit und die gesundheitlichen Ergebnisse beziehen. Die Krankenhausleitung möchten verstehen, wie sie ihre Speicherarchitektur am besten aufbauen und all diese Daten effizient interpretieren und verstehen können.

**Prof. Pascal Verdonck**, Universität Gent, Belgischer und Europäischer Verband der Krankenhausdirektoren

**Auch technische Herausforderungen, die nicht spezifisch für die Cloud, sondern eher für die Nutzung von Gesundheitsdaten im Allgemeinen sind, müssen angegangen werden, um eine breite Akzeptanz der Technologie zu fördern.** In vielen Ländern gibt es wegen eines fehlenden umfassenden Rahmens bzw. Klassifizierung für Daten keine klaren Anforderungen an die Speicherung und keine zentrale Regelung für die Datenübertragung zwischen verschiedenen Rechtsordnungen.<sup>10 47</sup> Das von Deutschland umgesetzte DigiG und das Gesundheitsdatennutzungsgesetz (GDNG) schaffen schon heute mehr Klarheit, auf die aufgebaut werden kann<sup>15 51</sup>. Eine weitere häufige Herausforderung ist das Eigentumsverhältnis der Daten, welches unklar sein kann. Für die Datenverarbeiter kann es schwierig sein, die FAIR-Datengrundsätze – die besagen, dass Forschungsdaten auffindbar, zugänglich, interoperabel und wiederverwendbar sein sollten – mit den Anforderungen der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) in Einklang zu bringen, die zur Gewährleistung von Sicherheit und Datenschutz die Einhaltung höchster Standards beim Datenqualitätsmanagement erfordern.<sup>19</sup> Diese Unklarheit muss beseitigt werden, nicht nur um die Cloud-Technologie zu ermöglichen, sondern auch um bewährte Verfahren für alle zu etablieren, die mit digitalisierten Gesundheitsdaten arbeiten.

**Die Gewährleistung der Interoperabilität zwischen Datensätzen ist ein wichtiger Schritt, um die breitere Einführung der Cloud im Gesundheitswesen zu erleichtern.** Das Fehlen standardisierter Definitionen und Methoden für Gesundheitsdaten bedeutet, dass verschiedene Datensysteme nicht „miteinander kommunizieren“ können. Dies behindert die Einführung der Cloud-Technologie als Instrument zum besseren Verständnis und zur Herstellung von Verknüpfungen zwischen verschiedenen Datensätzen.<sup>9 11 19</sup> Die Gewährleistung einer größeren Interoperabilität zwischen Datensätzen in der Cloud sowie zwischen verschiedenen Cloud-Service-Anbietern ist daher dringend erforderlich.<sup>10 28 47 52</sup>

# DEN WEG IN DIE ZUKUNFT EBENEN



Ich hoffe, dass die Cloud-Technologie dazu beitragen wird, den Alltag der Patienten zu erleichtern, ihre Akzeptanz und ihr Vertrauen zu gewinnen und die Pflege zu erleichtern. Und manchmal, ohne dass sie überhaupt bemerken, was „hinter den Kulissen“ geschieht, werden sie das Gefühl haben, dass es leichter wird, ihre täglichen gesundheitlichen Herausforderungen zu meistern.

**Gözde Susuzlu Briggs**, „Data Saves Lives“, Europäische Patientenforum



Die Cloud-Technologie kann transformative Innovationen in unseren Gesundheitssystemen ermöglichen, es bedarf jedoch geeigneter politischer Rahmenbedingungen, um diesen Wandel zu steuern. Wie bei jeder Innovation erfordert die Einführung dieser neuen Technologie die Veränderungsbereitschaft des Systems – sowohl in technischer Hinsicht als auch durch einen Kulturwandel.<sup>10</sup> Regierungen und Entscheidungsträger der Gesundheitssysteme spielen eine zentrale Rolle bei der Förderung der Veränderungsbereitschaft, indem sie den Ton für die Akzeptanz von Innovationen angeben. Sie müssen dafür sorgen, dass die politischen Rahmenbedingungen und Finanzierungsmechanismen so angepasst werden, dass sie die wachsende Rolle der Cloud-Technologie als Teil der Digitalisierung von Gesundheitssystemen und Forschung widerspiegeln. Außerdem sind harmonisierte Leitlinien und Rechtsrahmen erforderlich, um das Datenqualitätsmanagement, den Datenschutz und die Datensicherheit angemessen zu schützen und die Prioritäten der Bürger für eine sichere Nutzung ihrer Gesundheitsdaten zu berücksichtigen. Der European Health Data Space, der ein überzeugendes Beispiel für einen solchen umfassenden Rahmen darstellt, kann als nützlicher Ausgangspunkt für die Förderung eines verantwortungsvollen Datenaustauschs und die Erleichterung datengesteuerter Gesundheitssysteme in ganz Europa dienen.

Die angemessene Einführung der Cloud-Technologie erfordert zudem die Einbeziehung der Patienten, der Öffentlichkeit und der medizinischen Fachkräfte. Angesichts der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der Cloud-Technologie sollte sie nicht nur ein Anliegen der IT-Abteilungen oder Datenspezialisten der Krankenhäuser sein. Die gewissenhafte Einbeziehung der Patientengemeinschaften in jede datenbezogene Initiative trägt dazu bei, sie in den Mittelpunkt der Entscheidungsfindung über die Veränderungen zu rücken, die ihre Gesundheitsdaten betreffen. Sie sollten umfassend über die Vorteile, Möglichkeiten, Einschränkungen und Risiken der Cloud-Technologie und ihrer Anwendungen informiert werden, damit sie eine aktive Rolle bei der Entscheidungsfindung in Bezug auf eine Einführung und Rolle im Gesundheitswesen spielen können. Von entscheidender Bedeutung ist auch die Einbindung von medizinischen Fachkräften an vorderster Front der Pflege sowie von Krankenhausmanagern und allen Interessengruppen, die sich für eine Verbesserung der Gesundheit einsetzen. Alle müssen zusammenarbeiten, um einen praktikablen, sicheren und vielversprechenden Weg zur Einführung zu gewährleisten, der die gesellschaftlichen Ziele einer gerechteren und effizienteren Gesundheitsversorgung für alle am besten voranbringt.



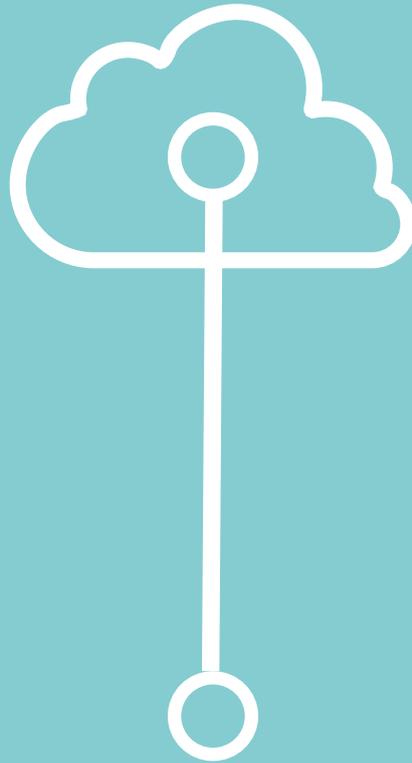
## QUELLENANGABEN

1. Google Cloud. Johns Hopkins University BIOS Division: Advancing intracerebral hemorrhage treatments through AI. Available from: <https://cloud.google.com/customers/jhu-bios/> [Accessed 08/02/23]
2. Amazon Web Services. NHS Digital and Tableau Support UK COVID-19 Pandemic Response with Modern Cloud Analytics on AWS. Available from: <https://aws.amazon.com/partners/success/nhs-digital-tableau/> [Accessed 02/05/23]
3. Phillips KA, Trosman JR, Kelley RK, et al. 2014. Genomic Sequencing: Assessing The Health Care System, Policy, And Big-Data Implications. *Health Affairs* 33(7): 1246-53
4. World Health Organization. Estimated number of prevalent cases in 2020, Hodgkin lymphoma, leukaemia, multiple myeloma, non-hodgkin lymphoma, both sexes, all ages. Available from: [https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-table?v=2020&mode=population&mode\\_population=who&population=900&populations=900&key=as-r&sex=0&cancer=33\\_36\\_35\\_34&type=2&statistic=1&prevalence=1&population\\_group=0&ages\\_group%5B%5D=0&ages\\_group%5B%5D=17&group\\_cancer=0&include\\_nmsc=1&include\\_nmsc\\_other=1](https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-table?v=2020&mode=population&mode_population=who&population=900&populations=900&key=as-r&sex=0&cancer=33_36_35_34&type=2&statistic=1&prevalence=1&population_group=0&ages_group%5B%5D=0&ages_group%5B%5D=17&group_cancer=0&include_nmsc=1&include_nmsc_other=1) [Accessed 17/02/23]
5. Haferlach T. 2023. Interview with Catherine Whicher and Suzanne Wait at The Health Policy Partnership and Dipak Kalra at The European Institute for Innovation through Health Data [Teleconference]. 20/03/23
6. Google Cloud. AZ Delta: Bringing personalized medicine one step closer with data analytics. Available from: <https://cloud.google.com/customers/azdelta/> [Accessed 10/03/23]
7. World Health Organization. 2010. Monitoring the building blocks of health systems: a handbook of indicators and their measurement strategies. Geneva: WHO
8. Cresswell K, Williams R, Sheikh A. 2021. Using cloud technology in health care during the COVID-19 pandemic. *The Lancet Digital Health* 3(1): e4-e5
9. Raghavan A, Demircioglu MA, Taihagh A. 2021. Public Health Innovation through Cloud Adoption: A Comparative Analysis of Drivers and Barriers in Japan, South Korea, and Singapore. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(1): 334
10. Cresswell K, Domínguez Hernández A, Williams R, et al. 2022. Key Challenges and Opportunities for Cloud Technology in Health Care: Semistructured Interview Study. *JMIR Human Factors* 9(1): e31246
11. Al-Issa Y, Ottom MA, Tamrawi A. 2019. eHealth Cloud Security Challenges: A Survey. *J Healthc Eng* 2019: 7516035
12. European Medicines Agency. 2022. European Medicines Agency cloud strategy: accelerating innovation and digitalisation for better public and animal health outcomes. Amsterdam: EMA
13. UK Central Digital and Data Office. 2017. Guidance: Government Cloud First policy. [Updated 21/07/22]. Available from: <https://www.gov.uk/guidance/government-cloud-first-policy> [Accessed 27/02/23]
14. European Commission. 2019. European Commission Cloud Strategy: Cloud as an enabler for the European Commission Digital Strategy. Brussels: EC
15. Bundesministerium für Gesundheits. Gesetz zur Beschleunigung der Digitalisierung des Gesundheitswesens (Digital-Gesetz - DigiG). Available from: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/gesetze-und-verordnungen/guv-20-lp/digig> [Accessed 08/03/24]
16. Navaz AN, Serhani MA, El Kassabi HT, et al. 2021. Trends, Technologies, and Key Challenges in Smart and Connected Healthcare. *IEEE Access* 9: 74044-67
17. Tahir A, Chen F, Khan HU, et al. 2020. A Systematic Review on Cloud Storage Mechanisms Concerning e-Healthcare Systems. *Sensors* 20(18): 5392

18. Mehrtak M, Seyedalini S, Mohssenipour M, et al. 2021. Security challenges and solutions using healthcare cloud computing. *Journal of Medicine and Life* 14(4): 448–61
19. Govarts E, Gilles L, Bopp S, et al. 2022. Position paper on management of personal data in environment and health research in Europe. *Environ Int* 165: 107334
20. Tanwar AS, Evangelatos N, Venne J, et al. 2021. Global Open Health Data Cooperatives Cloud in an Era of COVID-19 and Planetary Health. *Omics* 25(3): 169–75
21. Navale V, Bourne PE. 2018. Cloud computing applications for biomedical science: A perspective. *PLOS Computational Biology* 14(6): e1006144
22. Mell P, Grance T. 2011. *The NIST Definition of Cloud Computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology
23. Verdonck P. 2023. Interview with Catherine Whicher at The Health Policy Partnership and Nathan Lea at The European Institute for Innovation through Health Data [Teleconference]. 03/02/23
24. Peeters L. 2023. Interview with Catherine Whicher and Suzanne Wait at The Health Policy Partnership and Nathan Lea at The European Institute for Innovation through Health Data [Teleconference]. 06/02/23
25. Lian J-W. 2017. Establishing a Cloud Computing Success Model for Hospitals in Taiwan. *INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing* 54: 0046958016685836
26. Lawler M, Morris AD, Sullivan R, et al. 2018. A roadmap for restoring trust in Big Data. *Lancet Oncol* 19(8): 1014–15
27. Furnell S. 2022. Supporting cybersecurity literacy for workforce-ready graduates [online]. *Times Higher Education*. Available from: <https://www.timeshighereducation.com/campus/supporting-cybersecurity-literacy-workforceready-graduates> [Accessed 12/03/23]
28. Sheffield NC, Bonazzi VR, Bourne PE, et al. 2022. From biomedical cloud platforms to microservices: next steps in FAIR data and analysis. *Scientific Data*: 10.1038/s41597-022-01619-5
29. Mathur R, Rentsch CT, Morton CE, et al. 2021. Ethnic differences in SARS-CoV-2 infection and COVID-19-related hospitalisation, intensive care unit admission, and death in 17 million adults in England: an observational cohort study using the OpenSAFELY platform. *Lancet* 397(10286): 1711–24
30. Whitehead M, Dahlgren G. 1991. What can be done about inequalities in health? *Lancet* 338(8774): 1059–63
31. Pujadas ER, Raisi-Estabragh Z, Szabo L, et al. 2022. Atrial fibrillation prediction by combining ECG markers and CMR radiomics. *Scientific Reports*: 10.1038/s41598-022-21663-w
32. European Cancer Organisation. *European Cancer Pulse*. Available from: <https://www.europeancancer.org/pulse> [Accessed 17/02/23]
33. Lawler M. 2023. Interview with Catherine Whicher, Suzanne Wait and Emily Medhurst at The Health Policy Partnership [Teleconference]. 15/02/23
34. Couespel N, Venegoni E, Lawler M. 2023. The European Cancer Pulse: tracking inequalities in cancer control for citizen benefit. *The Lancet Oncology* 24(5): 441–42
35. Caon M, Carrino S, Angelini L, et al. 2018. Teenagers' Usage of a Mobile-Wearable-Cloud Platform to Promote Healthy Lifestyles: the PEGASO Experience. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2018: 1576–79
36. World Health Organization. 2010. *The world health report: health systems financing: the path to universal coverage*. Geneva: WHO
37. Microsoft. *Leading innovation in the UK's NHS*. Available from: <https://customers.microsoft.com/en-gb/story/825757-nhsbsa> [Accessed 08/02/23]

38. Lim Choi Keung S. 2021. The C3-Cloud Approach to Clinical and Technical Co-production of a Multi-morbidity Integrated Care Information Technology Infrastructure. *International Journal of Integrated Care* 21(S1): 150
39. Traore L, Assele-Kama A, Keung S, et al. 2019. User-Centered Design of the C3-Cloud Platform for Elderly with Multiple Diseases - Functional Requirements and Application Testing. *Stud Health Technol Inform* 264: 843-47
40. Despotou G, Laleci Erturkmen GB, Yuksel M, et al. 2020. Localisation, Personalisation and Delivery of Best Practice Guidelines on an Integrated Care and Cure Cloud Architecture: The C3-Cloud Approach to Managing Multimorbidity. *Stud Health Technol Inform* 270: 623-27
41. Bezerra De Souza DL, Oliveras-Fabregas A, Espelt A, et al. 2021. Multimorbidity and its associated factors among adults aged 50 and over: A cross-sectional study in 17 European countries. *PLOS ONE* 16(2): e0246623
42. Wagner AH, Walsh B, Mayfield G, et al. 2020. A harmonized meta-knowledgebase of clinical interpretations of somatic genomic variants in cancer. *Nature Genetics* 52(4): 448-57
43. Stark Z, Dolman L, Manolio TA, et al. 2019. Integrating Genomics into Healthcare: A Global Responsibility. *The American Journal of Human Genetics* 104(1): 13-20
44. Findata. Home page. Available from: <https://findata.fi/en/> [Accessed 08/02/23]
45. Findata. Kapseli®. Available from: <https://findata.fi/en/kapseli/> [Accessed 17/02/23]
46. Genomics England. Home page. Available from: <https://www.genomicsengland.co.uk/initiatives/100000-genomes-project> [Accessed 12/03/23]
47. Molnár-Gábor F, Lueck R, Yakneen S, et al. 2017. Computing patient data in the cloud: practical and legal considerations for genetics and genomics research in Europe and internationally. *Genome Medicine*: 10.1186/s13073-017-0449-6
48. Bundesministerium für Gesundheits. Digitale-Gesundheitsanwendungen-Verordnung (DiGAV). Available from: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/gesetze-und-verordnungen/detail/digitale-gesundheitsanwendungen-verordnung-digav.html> [Accessed 08/03/24]
49. Susuzlu Briggs G. 2023. Interview with Catherine Whicher, Suzanne Wait and Emily Medhurst at The Health Policy Partnership and Nathan Lea at The European Institute for Innovation through Health Data [Teleconference]. 16/02/23
50. Wheatstone P, Gath J, Carrigan C, et al. 2021. DATA-CAN: a co-created cancer data knowledge network to deliver better outcomes and higher societal value. [online]. *BMJ Partnerships in Practice*. Available from: <https://blogs.bmj.com/bmj/2021/08/11/data-can-a-co-created-cancer-data-knowledge-network-to-deliver-better-outcomes-and-higher-societal-value/> [Accessed 05/04/23]
51. Bundesministerium für Gesundheits. Gesundheitsdatennutzungsgesetz (GDNG). Available from: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/gesetze-und-verordnungen/guv-20-lp/gesundheitsdatennutzungsgesetz.html> [Accessed 08/03/24]
52. Wong BLH, Maaß L, Vodden A, et al. 2022. The dawn of digital public health in Europe: Implications for public health policy and practice. *The Lancet Regional Health - Europe* 14: 100316





© 2024 The Health Policy Partnership Ltd. Dieser Bericht ist nur für den persönlichen Gebrauch sowie für Forschungs- und Bildungszwecke bestimmt und darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Jegliche Anpassung oder Veränderung des Inhalts dieses Berichts ist untersagt, es sei denn, es liegt eine Genehmigung von The Health Policy Partnership vor.

Dieser Bericht wurde von The Health Policy Partnership (HPP) mit Unterstützung und Finanzierung durch Amazon Web Services (AWS) erstellt. HPP war federführend bei den Recherchen und der Abfassung des Berichts, wobei das European Institute for Innovation through Health Data (i-HD) Beiträge lieferte und die Erkenntnisse von Experten einfließen. Mit Ausnahme von HPP und i-HD wurde keiner der Mitwirkenden an dem Bericht für seine Zeit entlohnt. HPP hatte die redaktionelle Kontrolle über den endgültigen Inhalt.

Dieses Dokument wurde ursprünglich im Juni 2023 auf Englisch veröffentlicht. Es wurde im April 2024 ins Deutsche übersetzt, wobei nur geringfügige Anpassungen vorgenommen wurden, um den Bericht besser auf das deutsche Umfeld abzustimmen.

The  
**Health Policy  
Partnership**

[research, people, action]

 The European Institute  
for Innovation through  
Health Data