

2020

---

**Informationstechnische Aspekte neuer Lebensweisen und Versorgungsformen bei älteren Menschen im Zeitalter der Digitalisierung**

**Lebenswelten, personenzentrierte Gesundheitsversorgung, Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz, Anforderungen an die Evaluation**

Reinhold Haux

---

Expertise zum Achten Altersbericht der Bundesregierung

**Expertisen zum Achten Altersbericht der Bundesregierung**

Herausgegeben von

Christine Hagen, Cordula Endter und Frank Berner

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	6
1.1.	Aufbau der Expertise.....	6
1.2.	Zur Auswahl der Themen.....	6
1.3.	Zentrale Konzepte .....	7
2.	Lebenswelten im Zeitalter der Digitalisierung.....	8
2.1.	Gesundheitsversorgung als integraler Teil des gesamten Lebens .....	8
2.2.	Lebensweisen und Versorgungsformen: der Doppelkreislauf.....	8
2.3.	Digitalisierung und Gesundheitsversorgung .....	12
2.4.	Spezifische Herausforderungen bei älteren Menschen.....	13
2.5.	Empfehlungen im Kontext der Thematik des Achten Altersberichts .....	13
3.	Personenzentrierte Gesundheitsversorgung im Zeitalter der Digitalisierung.....	14
3.1.	Lebenssituationen – Perspektive: Gesundheitsversorgung .....	14
3.2.	Gesundheitsversorgung – Perspektive: Einrichtungen und Personen.....	16
3.3.	Zurück zum Doppelkreislauf: Lebenssituationen und Gesundheitsversorgung als Kontinuum.....	19
3.4.	Personenzentrierte Gesundheitsversorgung in Deutschland? Leider nein .....	20
3.5.	Zeitgemäße Gesundheitsversorgung: Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels (1).....	22
3.6.	Exkurs: Phänom-Genom-Exposom: erweiterte Möglichkeiten bei Diagnostik und Therapie .....	23
3.7.	Exkurs: assistierende Gesundheitstechnologien, digitale Diagnostika und Therapeutika .....	24
3.8.	Exkurs: die Wohnung als Gesundheitsstandort.....	26
3.9.	Zeitgemäße Gesundheitsversorgung: Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels (2).....	27
3.10.	Spezifische Herausforderungen bei älteren Menschen.....	28
3.11.	Empfehlungen im Kontext der Thematik des Achten Altersberichts .....	28

4.	Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz .....	30
4.1.	Über die zunehmende Relevanz des Zusammenwirkens lebender und nicht lebender Entitäten .....	30
4.2.	Typische Fragen zum Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz.....	30
4.3.	Dimensionen erweiterter Zusammenwirkens, ethisch-rechtliche Aspekte .....	31
4.4.	Exkurs: die „intelligente“ Wohnung als Diener.....	32
4.5.	Exkurs: „Intelligente“ Maschinen und ihre Rolle in Informationssystemen.....	33
4.6.	Zeitgemäße Gesundheitsversorgung: Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels (3).....	34
4.7.	Spezifische Herausforderungen bei älteren Menschen.....	35
4.8.	Empfehlungen im Kontext der Thematik des Achten Altersberichts .....	35
5.	Konsequenzen für die Evaluation .....	36
5.1.	Zum erweiterten Gegenstandsbereich einer wissenschaftlich fundierten Evaluation in der Gesundheitsversorgung.....	36
5.2.	Evaluationsmethodik in der Medizin .....	36
5.3.	... und ihr Potential für Evaluationen der Gesundheitsversorgung im Zeitalter der Digitalisierung.....	38
5.4.	Spezifische Herausforderungen bei älteren Menschen.....	40
5.5.	Empfehlungen im Kontext der Thematik des Achten Altersberichts .....	41
6.	Literaturverzeichnis .....	43

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Der Doppelkreislauf von Lebensweisen und Versorgungsformen.....	10
Abbildung 2:	Der Doppelkreislauf: ursprüngliche Darstellung.....	11
Abbildung 3:	Der GAL-Doppelkreislauf: Der ältere Mensch im Fokus neuer technischer Assistenzsysteme (hier „neuer assistierender Technologien“). .....	11
Abbildung 4:	Abonnements Telefonie und Internet weltweit .....	12
Abbildung 5:	Abonnements Telefonie und Internet in Deutschland .....	13
Abbildung 6:	Ergebnisse aus der eHealth-Indikatoren-Studie 2017 .....	21
Abbildung 7:	Gesundheitsversorgung im Wandel (1).....	23
Abbildung 8:	Gesundheitsversorgung im Wandel (2).....	24
Abbildung 9:	Die drei Dimensionen der Arbeit der SYnENZ-Kommission mit ihren Ausprägungen.....	31
Abbildung 10:	Typen klinischer Studien anhand von drei Einteilungskriterien .....	37

## **Zusammenfassung**

Die Expertise behandelt ausgewählte Themen zu informationstechnischen Aspekten neuer Lebensweisen und Versorgungsformen bei älteren Menschen. Zwei zentrale Konzepte spielen dabei eine wichtige Rolle und bilden einen roten Faden: die personenzentrierte Gesundheitsversorgung als integraler Bestandteil des gesamten Lebens und die adäquate, zeitgemäße Nutzung von Informatik und Informations- und Kommunikationstechnik.

Gesundheitsversorgung sollte personenzentriert erfolgen. Alle Lebenssituationen (vom „normalen“ Leben über Betreuung/Pflege bis hin zur Behandlung in Notfallsituationen), alle Personengruppen (von Patienten und Fachkräften in Gesundheitsberufen bis hin zu pflegenden Angehörigen) und alle Einrichtungen (von Krankenhäusern und Arztpraxen bis hin zu den „normalen“ Lebensräumen von Personen) sollten mit einbezogen werden. Zu einer zeitgemäßen, die Möglichkeiten der Digitalisierung nutzenden Gesundheitsversorgung gehört die Nutzung digitaler Diagnostika und Therapeutika, einschließlich assistierender Gesundheitstechnologien.

Auch wenn das durch den digitalen Wandel erweiterte Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz eher langfristig die Gesundheitsversorgung verändern und, hoffentlich, weiter verbessern kann, sollten diese Entwicklungen schon jetzt mit bedacht werden. Dazu gehört, dass funktional umfassende, intelligente Maschinen als Nutzer von Informationssystemen zu berücksichtigen sind und dass intelligente Wohnungen als Diener der Bewohner\*innen betrachtet werden sollten, jeweils mit entsprechenden Aufgaben bzw. Verpflichtungen in der Gesundheitsversorgung von Personen.

Die in der klinischen Forschung entwickelte Evaluationsmethodik sollte auch hier genutzt werden, einschließlich eines fairen Vergleichs diagnostischer oder therapeutischer Verfahren durch Interventionsstudien.

Bei all diesen informationstechnischen Aspekten sind ethische, soziale und rechtliche Aspekte mit zu bedenken.

Von dem skizzierten Wandel wird angenommen, dass alle Menschen in ihrer Gesundheitsversorgung davon profitieren können. Aus verschiedenen Gründen, dazu zählen altersbedingte Erkrankungen, altersbedingte Gebrechlichkeit und der Wunsch vieler Menschen, auch im Alter im gewohnten häuslichen Umfeld weiter leben zu können, dürften jedoch alte und hochbetagte Personen von diesem Wandel besonders profitieren.

## 1. Einleitung

### 1.1. Aufbau der Expertise

Diese Expertise befasst sich, wie im Titel angegeben, mit informationstechnischen Aspekten neuer Lebensweisen und Versorgungsformen für ältere Menschen im Zeitalter der Digitalisierung. Dabei soll besonders auf Lebenswelten, auf personenzentrierte Gesundheitsversorgung, auf das Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz und auf Anforderungen an die Evaluation eingegangen werden.

Die Expertise ist folgendermaßen gegliedert: In Abschnitt 2 geht es um zu erwartende zukünftige Lebenswelten. Abschnitt 3 diskutiert Aspekte einer zeitgemäßen Gesundheitsversorgung. Diese sollte personenzentriert sein, also nicht auf einzelne Versorgungseinrichtungen zentriert, und sie sollte die nun verfügbaren informationstechnischen Möglichkeiten nutzen, die sich aus dem derzeitigen digitalen Wandel ergeben können. Im ersten Teil des dritten Abschnittes geht es um die Ausgestaltung der Personenzentrierung. Der zweite Teil enthält Exkurse zu informationstechnischen Möglichkeiten. Das Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz, das aktuell eine immer stärkere Rolle mit nicht nur technischen, sondern auch ethischen und rechtlichen Herausforderungen einnimmt, wird in Abschnitt 4 behandelt. Abschnitt 5 dreht sich um Anforderungen an eine adäquate Evaluation von Technik und Digitalisierung. Dabei wird es jeweils, wie im Titel der Expertise angegeben, um informationstechnische Aspekte neuer Lebensweisen und Versorgungsformen im Zeitalter der Digitalisierung gehen, und es soll jeweils in besonderem Maße auf Aspekte in Bezug auf ältere Menschen eingegangen werden. Jeder dieser Abschnitte schließt mit Erläuterungen zu spezifischen Herausforderungen bei älteren Menschen und mit Empfehlungen im Kontext der Thematik des Achten Altersberichts.

### 1.2. Zur Auswahl der Themen

Die Expertise enthält keine umfassende Ausarbeitung über informationstechnische Aspekte im Themenbereich ältere Menschen und Digitalisierung. Behandelt werden mit der Sachverständigenkommission abgesprochene ausgewählte Themen, mit denen sich der Verfasser in den vergangenen Jahren in seiner Forschung befasst hat und die für den Altersbericht von Interesse sein könnten.<sup>1</sup> Es ist wichtig, diese „Bausteine“ in ein schlüssiges Gesamtkonzept einzuordnen. Auch innerhalb der Themen können nicht alle Aspekte abgehandelt werden und auch auf die hier genannten Inhalte könnte noch umfassender eingegangen werden. Als Medizininformatiker hat der Verfasser zudem eine eher technisch geprägte Sicht, die an Versorgungsformen orientiert ist, die allerdings in Lebensweisen eingeordnet sind. Dabei spielen Architekturen und Infrastrukturen von Informationssystemen des Gesundheitswesens eine alle Themen verbindende Rolle, auch wenn assistierende Gesundheitstechnologien und damit verbundene Versorgungsmöglichkeiten sowie das Zusammenwirken von Menschen (als lebende Entitäten) und Maschinen (als nicht le-

---

<sup>1</sup> In gewisser Weise setzt diese Expertise die Ausführungen fort, die der Verfasser in seiner Expertise für den Siebten Altersbericht geschrieben hat ([4]). Dort ausgeführte Inhalte wurden nur dann nochmals aufgegriffen, wenn es für das Verständnis notwendig ist. Für die Expertise wurden zudem, wie abgesprochen, einschlägige Befunde und Erkenntnisse aus verschiedenen Forschungsprojekten, an denen der Verfasser beteiligt war und ist, sowie Materialien aus seinem Unterricht verwendet. Diese wurden, wo nötig, auf die genannte Aufgabenstellung ausgerichtet und gebündelt.

bende Entitäten) einen besonderen Fokus einnehmen. Zu Details und zu verwendeten Begrifflichkeiten bei Informationssystemen des Gesundheitswesens, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, sei an dieser Stelle auf [1], [2] und [3] verwiesen.<sup>2</sup>

### 1.3. Zentrale Konzepte

In dieser Expertise werden in allen Abschnitten zwei zentrale Konzepte genannt bzw. empfohlen:

- die personenzentrierte Gesundheitsversorgung als integraler Bestandteil des gesamten Lebens – in anderen Worten: der Lebenswelten dieser Personen – und die
- adäquate, zeitgemäße Nutzung von Informatik sowie Informations- und Kommunikationstechnik.

Diese beiden zentralen Konzepte beziehen sich auf neue Lebensweisen und Versorgungsformen, dies in dieser Expertise mit einem Fokus auf ältere Menschen. Beide zentralen Konzepte hängen miteinander zusammen. Und beide sind verbunden mit der Aussage, dass auch aus informationstechnischer Sicht, um die es in dieser Expertise ja gehen soll, eine Trennung von „normalem“ Leben und von Leben in Krankheit, mit entsprechenden Formen der Versorgung, praktisch nicht mehr sinnvoll ist.<sup>3</sup>

Die hier skizzierte personenzentrierte Gesundheitsversorgung unterscheidet sich von der derzeitigen Versorgung in Deutschland insbesondere dadurch, dass sie nicht mehr primär einrichtungszentriert sein soll. Aus durchaus verständlichen Gründen konzentrieren sich Einrichtungen wie Krankenhäuser, Arztpraxen oder Pflegeheime auf ihre internen Abläufe (einschließlich ihrer Dokumentation bzw. ihrer Informationssysteme). Diese Einrichtungszentrierung wird in Deutschland noch verstärkt durch die vergleichsweise hohe Sektorisierung des Gesundheitswesens. Einrichtungszentrierung und Sektorisierung können, neben vielen durchaus vorhandenen Vorteilen, auch zu nicht unerheblichen Nachteilen führen, wenn eine Person in mehr als einer Versorgungseinrichtung behandelt wird. Darauf wird besonders in Abschnitt 3 eingegangen. Schon jetzt sei darauf hingewiesen, dass die Gesundheitsversorgung in Deutschland (sei es in der „klassischen“ Krankenversorgung oder in der Pflege) eher gegenläufig zur Personenzentrierung aufgestellt ist

---

<sup>2</sup> Der Zeitrahmen für die Erstellung der Expertise war sehr eng. Zwischen der letztendlichen Anfrage zur Erstellung und dem Abgabetermin lagen kaum mehr als zwei Monate, in denen der Verfasser auch noch anderen Verpflichtungen nachzukommen hatte. Entsprechendes galt für die erbetene Überarbeitung. Insofern ist er zum einen dankbar, dass er auch auf schon vorhandene Materialien zurückgreifen konnte – anders wäre die Ausarbeitung der Expertise auch nicht möglich gewesen –, und dass er sich auf die in 1.1 genannten Themen konzentrieren konnte. In der Kürze der Frist konnte keine systematische aktuelle Literaturliteraturarbeit durchgeführt werden. Zudem musste bei Literaturangaben auch auf Literaturangaben in anderen Arbeiten verwiesen werden. Nicht zuletzt sei hier nochmals betont, dass die Ausführungen aus Sicht eines Medizininformatikers und im Kontext von Informationssystemen des Gesundheitswesens erfolgen, bei denen Versorgungsprozesse einerseits und andererseits Datenbestände, welche diese Versorgung unterstützen (etwa elektronische Krankenakten), eine wichtige Rolle spielen. In der Expertise wird es auch keine expliziten (wohl aber über die Literaturangaben implizite) Hinweise auf Kommunikationsstandards (implizit z. B. in [2]) oder auf Datenanalysemethoden, bei denen insbesondere über Sensoren gemessenen Daten mit einer Rolle spielen (implizit z. B. in [27] und der dort angegebenen Literatur), geben, dies zum einen aufgrund des engen Zeitrahmens, aber vor allem auch zum anderen, da es in der Kommission zu diesen Themen fachlich sehr gut ausgewiesene Mitglieder gibt. Die Bezeichnungen Lebenssituationen, Lebensweisen und Lebenswelten werden in dieser Expertise mehr oder weniger synonym verwendet. Dies hängt mit verschiedenen Quellen der Texte zusammen, sollte aber die Lesbarkeit des Textes nicht einschränken. Die jeweils am Schluss der Abschnitte 2 bis 5 befindlichen Ausführungen zu spezifischen Herausforderungen bei älteren Menschen und Empfehlungen im Kontext der Thematik des Achten Altersberichts sind sicherlich auch subjektiv geprägt und werden mit dieser Expertise letztendlich zur Diskussion gestellt.

<sup>3</sup> In Abschnitt 2 werden kurz einige Grundlagen dafür geschaffen, damit beide Konzepte besser verständlich werden.

und dass die dadurch ausgeprägten „sektorenspezifischen Eigenlogiken“ auch für die adäquate, zeitgemäße Nutzung von Informatik und Informations- und Kommunikationstechnik hoch problematisch sind.

Die aktuell mögliche Nutzung von Informatik sowie Informations- und Kommunikationstechnik, von deren Methoden und Werkzeugen, ist weit entfernt von der realen Nutzung in der Gesundheitsversorgung. Diese „Nicht-Nutzung“ ist aus Sicht des Verfassers mit Nachteilen für die zu versorgenden Personen verbunden, während dies für die an der Versorgung beteiligten Einrichtungen weniger problematisch ist, zumal eine adäquate, zeitgemäße Nutzung mit Veränderungen in diesen Einrichtungen verbunden ist.<sup>4</sup>

## **2. Lebenswelten im Zeitalter der Digitalisierung**

### **2.1. Gesundheitsversorgung als integraler Teil des gesamten Lebens**

Gesundheitsversorgung beginnt mit der Geburt und endet mit dem Tod. In manchen Situationen unseres Lebens ist der Anteil an Gesundheitsversorgung vergleichsweise gering und findet kaum Beachtung, in einigen Lebenssituationen ist der Anteil höher und sozusagen spürbar. Gesundheitsversorgung ist für Menschen und wird von Menschen durchgeführt. Bei der „Gestaltung des digitalen Wandels“ (vgl. z. B. [5]) und, je nach Sichtweise, in oder auf dem Weg zu einem Zeitalter der Digitalisierung, ist dies zu berücksichtigen, wenn es um die Gestaltung informationstechnischer Aspekte in der Gesundheitsversorgung geht.

Dass „die Erhaltung oder Wiedererlangung von Gesundheit, Selbstständigkeit und Autonomie sowie der Umgang mit chronischen Erkrankungen und Verletzlichkeit“ zu den zentralen „Lebensthemen des hohen Alters“ gehören und eine besondere Bedeutung für ältere und hochbetagte Personen haben, wird im Siebten Altersbericht ausgeführt (vgl. [6], insb. Kapitel 6).

Einige dieser Lebenssituationen werden in Abschnitt 3.1 beschrieben. An dieser Stelle sei nochmals betont, dass auch aus informationstechnischer Sicht schon heute, aber auch zukünftig, eine Trennung von „normalem“ Leben und von Leben in Krankheit, mit entsprechenden Formen der Versorgung, praktisch nicht mehr sinnvoll ist.<sup>5</sup>

### **2.2. Lebensweisen und Versorgungsformen: der Doppelkreislauf**

Der in Abbildung 1 dargestellte und an diese Expertise in der Darstellung angepasste Doppelkreislauf zu neuen Lebensweisen und Versorgungsformen soll diesen Sachverhalt (Gesundheitsversorgung als Teil des Lebens) visuell verdeutlichen.

Der Mensch (hier insbesondere der ältere Mensch) steht im Mittelpunkt. In seinen Lebensweisen („neue Lebensweisen“) werden die im Zeitalter der Digitalisierung verfügbaren Möglichkeiten der Informatik bzw. der Informations- und Kommunikationstechnik („informationstechnische Aspekte im persönlichen Umfeld“) integriert; diese können auch zur Diagnostik, Therapie oder zur Pflege

---

<sup>4</sup> Aus den in 1.2 genannten Gründen wird in dieser Expertise nur auf einige Aspekte einer adäquaten, zeitgemäßen Nutzung eingegangen, insbesondere in den Abschnitten 3 und 4.

<sup>5</sup> Diese wichtige Veränderung wird in Abschnitt 3 weiter erläutert. Der damit aus Sicht des Verfassers notwendige Paradigmenwechsel wird dort in 3.5. und 3.9 beschrieben.

genutzt werden. Im Falle einer notwendigen Versorgung wechselt dieser „kleine Kreislauf“ zum „großen Kreislauf“ der neuen, ebenfalls die Möglichkeiten der Digitalisierung nutzenden „neuen Versorgungsformen“ (weitere Ausführungen dazu in den Abschnitten 3 bis 5).<sup>6</sup>

Zum besseren Verständnis des Doppelkreislaufs sei hier aus der Expertise des Verfassers zum Siebten Altersbericht zitiert ([4], S. 8-9): „Auf der Basis und flankiert durch die Abschätzung der sozialen, ökonomischen und psychischen Voraussetzungen und Konsequenzen sowie der dazu korrespondierenden institutionellen Veränderungen aufgrund neuer Versorgungsformen mit ihren IT-Architekturen ist in dem inneren Kreis (‚kleiner Kreislauf‘ [...]) die persönliche Nutzung neuer assistierender Gesundheitstechnologien im Alltag (‚neue Lebensweisen‘) auf der Basis einer ‚technischen Plattform für altersgerechte Lebenswelten‘ dargestellt. Hier werden Daten über den gesundheitlichen Zustand und die Aktivitäten des Bewohners gespeichert und so weit als möglich interpretiert. Abgeleitet vom ermittelten Zustand, aber auch von der Behandlungshistorie, den laufenden Behandlungen und anderen therapeutischen Maßnahmen, können dem älteren Menschen beziehungsweise Patienten selbst sowie seinen Unterstützungspersonen Hinweise für die Lebensführung gegeben werden. Hierbei wird keine vollständige Automatisierung der Interpretation angestrebt, sondern diese wird durch die enge Kopplung mit dem äußeren Kreis (‚großer Kreislauf‘ [...]) unterstützt. In dem äußeren Kreis wird die Perspektive auf das soziale Umfeld – Familie, Ärzte, Pflegekräfte und so weiter – erweitert: Hier werden die neuen assistierenden Gesundheitstechnologien für die ambulante und stationäre Versorgung (mit)genutzt (‚neue Versorgungsformen‘). Beide Zyklen nutzen idealiter dieselben Daten der älteren Person – beziehungsweise im Falle von konkreten Beeinträchtigungen und Leiden: des älteren Patienten.“

---

<sup>6</sup> Die Überlegungen, den Zusammenhang zwischen Lebensweisen und Versorgungsformen über einen solchen Doppelkreislauf zu visualisieren, entstanden im Kontext von Forschungsarbeiten zu assistierenden Gesundheitstechnologien und zu sogenannten sensorerweiterten Informationssystemen des Gesundheitswesens ([7], S. 86, Abbildung 2). In dem zwischen 2008 und 2013 durchgeführten Niedersächsischen Forschungsverbund Gestaltung altersgerechter Lebenswelten (GAL) wurde er intensiv verwendet (vgl. [8], [9], [10] sowie [4], S. 10, Abbildung 3).

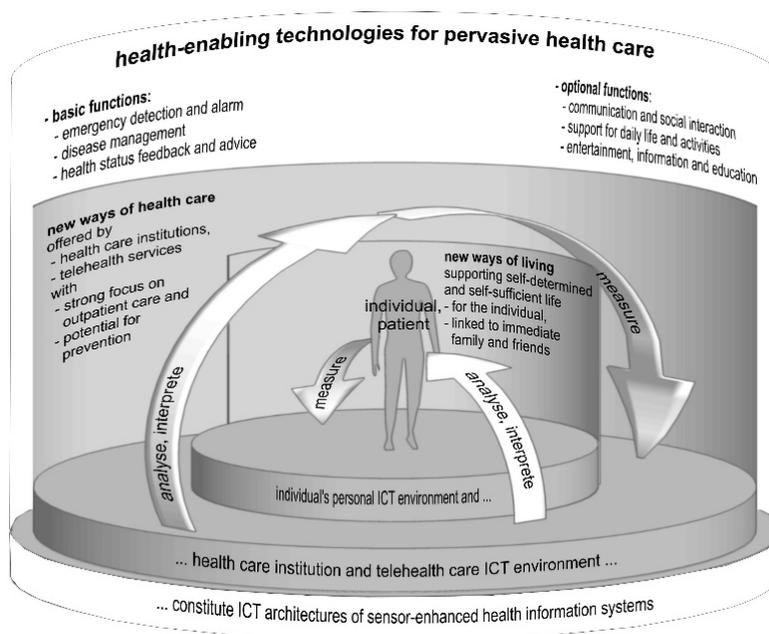
Abbildung 1: Der Doppelkreislauf von Lebensweisen und Versorgungsformen



Quelle: Eigene Darstellung.

Bei den „neuen“ Lebensweisen und Versorgungsformen sind die heute und zukünftig zu erwartenden informationstechnischen Möglichkeiten sowohl im persönlichen Umfeld als auch im Versorgungsumfeld zu berücksichtigen. Dabei steht der Mensch im Mittelpunkt.

Abbildung 2: Der Doppelkreislauf: ursprüngliche Darstellung



Quelle: aus [8], S. 86<sup>7</sup>.

Abbildung 3: Der GAL-Doppelkreislauf: Der ältere Mensch im Fokus neuer technischer Assistenzsysteme (hier „neuer assistierender Technologien“).



Quelle: aus [4], S. 10.

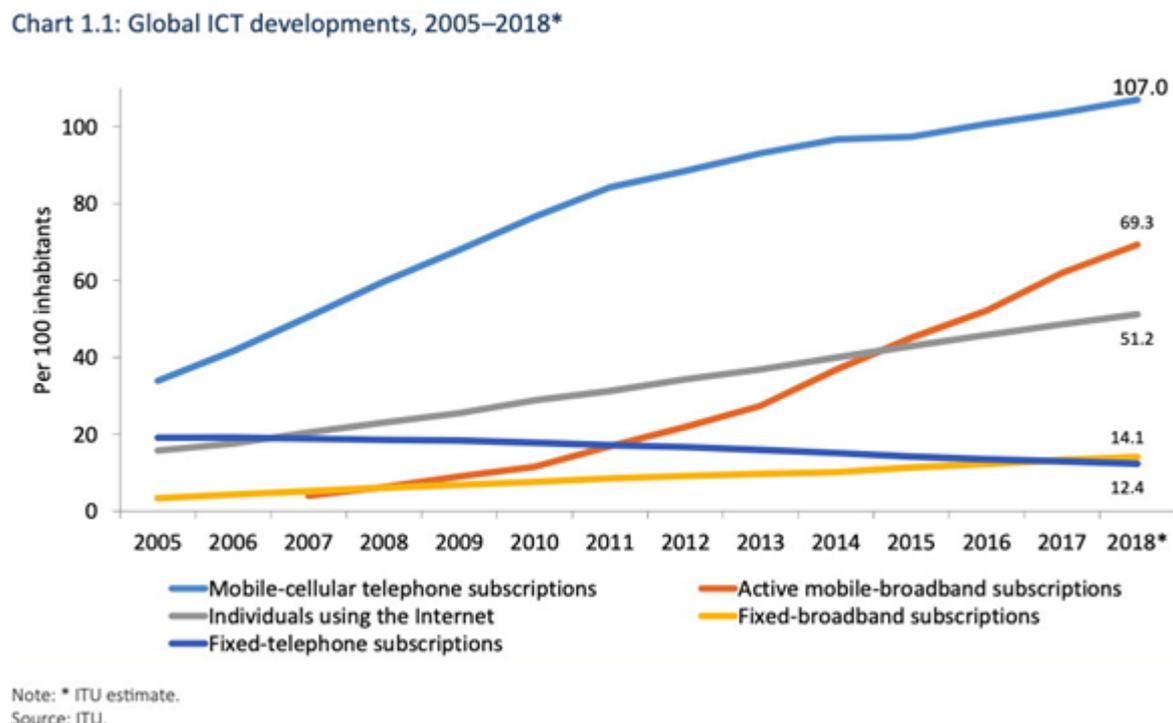
<sup>7</sup> In der Quelle wird die Abbildung folgendermaßen beschrieben: „Pervasive health care with health-enabling technologies viewed as double-circle. They provide functions for new ways of living and are interwoven with new ways of health care. Appropriate sensor-enhanced health information system architectures constitute the basis.“ [8], S. 86.

### 2.3. Digitalisierung und Gesundheitsversorgung

Digitalisierung und digitaler Wandel sind inzwischen zu einer Priorität für Regierungen und Gesellschaften geworden (z. B. [5], [11] für Deutschland). Im Zusammenhang mit den aktuellen Zielen der Vereinten Nationen für nachhaltige Entwicklung, den “Sustainable Development Goals”, wird betont: “The spread of information and communications technology and global interconnectedness has great potential to accelerate human progress, to bridge the digital divide and to develop knowledge societies, as does scientific and technological innovation across areas as diverse as medicine and energy” ([12], Punkt 15). Dass es erhebliche Fortschritte in der Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnik weltweit gibt, belegen beispielsweise Untersuchungen der International Telecommunication Union. So gibt es schon jetzt auf der Erde mehr Mobiltelefonabonnements als Menschen ([13], S. 3, Abbildung 4). In Deutschland ist die Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnik naheliegender Weise noch deutlich größer ([14], S. 66, Abbildung 5).<sup>8</sup>

Abbildung 4: Abonnements Telefonie und Internet weltweit

Chart 1.1: Global ICT developments, 2005–2018\*



Quelle: [20], S. 3.

<sup>8</sup> Zu diesen technischen Basisdaten, die einerseits und offensichtlich sehr elementar sind, gleichzeitig aber andererseits doch einen gewissen Eindruck über die erheblichen Veränderungen geben, könnten weitere Daten zu Kommunikationsumfang und -arten, Rechenkapazitäten, Datenvolumina, Analysemöglichkeiten oder im Kontext des Internets der Dinge bzw. cyber-physikalischer Systeme ergänzt werden. Auch wäre eine weitere Differenzierung besonders im Hinblick auf ältere Menschen hier interessant. Dies würde jedoch leider den Rahmen dieser Expertise sprengen.

Abbildung 5: Abonnements Telefonie und Internet in Deutschland

Key indicators for Germany (2017)	Europe	World
Fixed-telephone sub. per 100 inhab.	54.1	35.8 13.0
Mobile-cellular sub. per 100 inhab.	129.1	120.4 103.6
Active mobile-broadband sub. per 100 inhab.	79.8	85.9 61.9
3G coverage (% of population)	96.5	98.3 87.9
LTE/WiMAX coverage (% of population)	96.5	89.6 76.3
Individuals using the Internet (%)	84.4	77.2 48.6
Households with a computer (%)	92.9	78.6 47.1
Households with Internet access (%)	87.9	80.6 54.7
International bandwidth per Internet user (kbit/s)	54.1	117.5 76.6
Fixed-broadband sub. per 100 inhab.	40.5	30.4 13.6
Fixed-broadband sub. by speed tiers, % distribution		
-256 kbit/s to 2 Mbit/s	1.3	0.6 4.2
-2 to 10 Mbit/s	14.8	12.4 13.2
-equal to or above 10 Mbit/s	84.0	87.0 82.6

Note: Data in italics are ITU estimates. Source: ITU (as of June 2018).

Quelle: [20], S. 66.

Die Gesundheitsversorgung ist in vielerlei Hinsicht von diesem digitalen Wandel betroffen (z. B. [15], [16], [17] und [18], [19]). Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation sind Informations- und Kommunikationstechnologien für die Gesundheit, die oft unter der Bezeichnung „eHealth“ subsumiert werden, einer der am schnellsten wachsenden Bereiche des heutigen Gesundheitswesens: „eHealth is the use of information and communication technologies (ICT) for health. It is recognised as one of the most rapidly growing areas in health today.“ ([20]).

#### 2.4. Spezifische Herausforderungen bei älteren Menschen

Der digitale Wandel kann zu erheblichen Herausforderungen bei älteren und insbesondere bei hochbetagten Menschen führen. Andererseits stellt er auch Möglichkeiten für eine weitergehende soziale (z. B. familiäre) Integration (neue virtuelle Kommunikationsformen) zur Verfügung und bietet Chancen, länger in dem gewohnten Lebensumfeld bleiben zu können (vgl. z. B. [4], [8], [9]). In den folgenden Abschnitten wird darauf noch weiter eingegangen.

#### 2.5. Empfehlungen im Kontext der Thematik des Achten Altersberichts

- a) Gesundheitsversorgung sollte als integraler Bestandteil des gesamten Lebens gesehen werden
- b) Der digitale Wandel unterstützt mit den nun verfügbaren informationstechnischen Möglichkeiten die Realisierung des „Doppelkreislaufs“ von Lebensweisen und Versorgungsformen.

- c) Für ältere Menschen sollten die nun verfügbaren informationstechnischen Möglichkeiten auch für eine weitergehende soziale (z .B. familiäre) Integration und für das häufig gewünschte längere Leben in dem gewohnten Lebensumfeld genutzt werden.

### **3. Personenzentrierte Gesundheitsversorgung im Zeitalter der Digitalisierung**

An dieser Stelle sei zunächst an die im Abschnitt 1.3 eingeführten und aus Sicht des Verfassers wichtigen zentralen Konzepte

- personenzentrierte Gesundheitsversorgung als integraler Bestandteil des gesamten Lebens und
- adäquate, zeitgemäße Nutzung von Informatik sowie Informations- und Kommunikationstechnik

und an die dortigen Erläuterungen dazu erinnert. Die Lebenswelten von Personen werden in diesem Abschnitt aus verschiedenen Perspektiven betrachtet, wobei Gesundheitsversorgung und informationstechnische Aspekte im Vordergrund stehen.<sup>9</sup>

#### **3.1. Lebenssituationen – Perspektive: Gesundheitsversorgung**

Wie in Abschnitt 2.1 erwähnt, beginnt Gesundheitsversorgung mit der Geburt und endet mit dem Tod. In manchen Situationen unseres Lebens ist der Anteil an Gesundheitsversorgung vergleichsweise gering. In einigen Lebenssituationen ist der Anteil höher. Dies ist zu berücksichtigen, wenn es um die Gestaltung informationstechnischer Aspekte in der Gesundheitsversorgung geht, auch und vielleicht auch in besonderem Maße bei älteren und hochbetagten Menschen.<sup>10</sup> Einige dieser Lebenssituationen werden hier erwähnt und kurz (aber keineswegs umfassend) charakterisiert. Die hier für diese Lebenssituationen genannten Bezeichnungen sind Bezeichnungen, die im Gesundheitswesen verwendet werden. Insofern ist diese Sichtweise begrenzt – das Leben ist viel umfassender –, aber nützlich für die Diskussion der Ausgestaltung von Informationssystemen für die Gesundheitsversorgung im Zeitalter der Digitalisierung.

- Lebenssituation Prävention: Die Weltgesundheitsorganisation definiert Gesundheit als einen Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens. Ein gesundes Leben ist keineswegs selbstverständlich. Es muss durch entsprechende Maßnahmen erreicht oder erhalten werden, durch Prävention. Solche Lebenssituationen im Kontext

---

<sup>9</sup> Es mag für eine Expertise ungewöhnlich sein, dass die nachfolgenden Ausführungen „Lehrbuchcharakter“ haben. Zudem sind die aufgeführten Aspekte eher einführend beschrieben. Vor allem aus Sicht gesundheitswissenschaftlicher Disziplinen müssen Begriffe wie beispielsweise „akute Erkrankung als Lebenssituation“, „Krankenhaus als Versorgungseinrichtung“ oder die Auflistung von Personengruppen und evtl. auch deren Erwartung an Informationssysteme nicht notwendigerweise aufgezählt oder erläutert werden. Dass es dem Verfasser dieser Expertise wichtig ist, den Abschnitt 3 auf diese Weise einzuführen, liegt daran, dass für Vertreter aus anderen, zum Beispiel technischen oder Informatik-Disziplinen, diese Zusammenstellung und Gesamtsicht hilfreich sein kann, um informationstechnische Aspekte im Sinne einer personenzentrierten Gesundheitsversorgung umzusetzen. Fehlt diese Gesamtsicht – und dies ist aufgrund der Erfahrung des Verfassers durchaus häufig der Fall –, dann ist es erheblich schwieriger zu verstehen, wie die im Abschnitt 1.3 erwähnten negativen Folgen der Sektorisierung und Einrichtungszentrierung überwunden werden können.

<sup>10</sup> Die nachfolgenden Abschnitte stammen aus einem Beitrag des Verfassers für ein gerade in Ausarbeitung befindliches Lehrbuch zu Informationssystemen des Gesundheitswesens.

Prävention können sich auf Primär-, Sekundär- und auf Tertiärprävention beziehen. Prävention findet meist in unserem normalen Alltag statt, so z. B. an den Orten, an denen wir leben und arbeiten. Tertiärprävention und Rehabilitation überlappen sich.

- Lebenssituation Wellness: Wellness als Lebenssituation überlappt sich mit Prävention als Lebenssituation. Durch Wellness möchte man zu einem Leben in Gesundheit beitragen. Im Zusammenhang mit Wellness findet sich auch der Begriff Fitness. Wie bei Prävention finden Wellness- und Fitnessaktivitäten in der Regel im normalen Alltag und an den Orten statt, an denen wir leben und arbeiten. Manchmal werden Wellnessaktivitäten in Wellnesszentren durchgeführt (z. B. Hotels, die auf dieses Thema spezialisiert sind). Manchmal finden Fitnessaktivitäten in Sportzentren und Freizeitanlagen statt.
- Lebenssituation Notfall: Notfallsituationen, z. B. bei akutem Herzinfarkt oder bei einem schweren Verkehrsunfall, sind völlig andere Lebenssituationen. Menschen, die in solchen Notsituationen sind, benötigen meist sofortige Hilfe. Als Patient\*innen werden sie in der Regel in Notaufnahmen von Krankenhäusern gebracht, wo Fachkräfte in Gesundheitsberufen (Ärzt\*innen, Pflegekräfte usw.) diese Patient\*innen behandeln.
- Lebenssituation akute Erkrankung: Menschen, die an akuten Krankheiten leiden, treten ebenfalls, zumindest teilweise, aus ihrem normalen Alltag heraus. In Bezug auf diese Krankheiten werden sie zu Patient\*innen. Je nach Art und Schwere einer solchen akuten Erkrankung können Patient\*innen z. B. ambulant in Arztpraxen oder stationär in Krankenhäusern behandelt werden. Die ambulante Diagnostik und Therapie kann in diesen Einrichtungen oder an den Orten, in denen die Patient\*innen leben, durchgeführt werden. Wenn Diagnose und Therapie auf Distanz erfolgen, werden diese Maßnahmen in der Regel unter dem Begriff „Telemedizin“ zusammengefasst.
- Lebenssituation chronische Erkrankung(en): Lebenssituationen von Patient\*innen, die an chronischen Krankheiten leiden, können mehr oder weniger ähnlich betrachtet werden wie die, die für Patient\*innen mit akuten Erkrankungen beschrieben wurden. Da für chronische Situationen eine langfristige Behandlung und eine Langzeitpflege erforderlich sind, nimmt das Krankheitsmanagement hier an Bedeutung zu. Erfolgt diese Behandlung auf Distanz, dann werden diese Aktivitäten in der Regel wieder unter dem Begriff „Telemedizin“ oder auch unter „Telemonitoring“ zusammengefasst.
- Lebenssituation Betreuung/Pflege (engl.: care): Lebenssituationen, die in erster Linie mit pflegender Betreuung zu tun haben, nicht notwendigerweise mit der Behandlung von Krankheiten, sind oft durch körperliche und psychische Funktionsdefizite und durch Gebrechlichkeit der zu betreuenden Menschen gekennzeichnet. Dabei handelt es sich oft, aber nicht ausschließlich, um ältere Menschen. Diese Betreuung kann in den Wohnungen dieser Personen, in Alters- oder in Pflegeheimen erfolgen.
- Lebenssituation Rehabilitation: Insbesondere nach stationärer Behandlung folgt teilweise die Rehabilitation, um Krankheiten zu heilen oder zu lindern. Wie bereits erwähnt, lassen sich diese Rehabilitationsmaßnahmen oft unter Tertiärprävention einordnen. Rehabilitation kann stationär in Rehabilitationskliniken oder durch ambulante Rehabilitationseinrichtungen erfolgen. Die rehabilitative Behandlung kann innerhalb solcher Einrichtungen oder auf Distanz, durch Maßnahmen der Telerehabilitation, geschehen.

### 3.2. Gesundheitsversorgung – Perspektive: Einrichtungen und Personen

Um viele der in 3.1 beschriebenen Maßnahmen zur Gesundheitsversorgung umzusetzen, stehen Versorgungseinrichtungen zur Verfügung. Dies gilt besonders für diejenigen Lebenssituationen, bei denen der Anteil an Gesundheitsversorgung höher und sozusagen spürbar ist. Wichtige Einrichtungen sind:

- Krankenhäuser,
- Arztpraxen,
- Pflegeheime,
- Einrichtungen der ambulanten Pflege,
- Apotheken,
- Rehabilitationskliniken und
- Einrichtungen der ambulanten Rehabilitation,

jeweils mit dazugehörigen einrichtungsspezifischen Informationssystemen (Krankenhausinformationssystemen, Arztpraxisinformationssystemen usw.). Nicht zuletzt sollen hier auch

- nationale/regionale Institutionen der Gesundheitsversorgung

genannt werden.

Im „normalen“ Leben, bei dem der Anteil an Gesundheitsversorgung vergleichsweise gering ist und kaum Beachtung findet, ist der Begriff „Versorgungseinrichtung“ eher unangebracht. Hier sind es die Lebensräume bzw. „Einrichtungen“ von Personen wie

- der Wohnsitz,
- der Arbeitsplatz

oder andere, z. B. in Transportsystemen, die gewissermaßen zu einer Versorgungseinrichtung äquivalent sind. Aus informationstechnischer Sicht haben alle diese Einrichtungen Informationssysteme.

Gesundheitsversorgung ist für Menschen und wird von Menschen durchgeführt. Im Folgenden werden einige wichtige Personengruppen mit ihren Erwartungen an Informationssysteme aufgeführt. Für die adäquate Ausgestaltung von Informationssystemen des Gesundheitswesens im Zeitalter der Digitalisierung ist es von Bedeutung, diese Erwartungen zu kennen und zu berücksichtigen. Es werden zunächst die Aufgaben, Wünsche und/oder Ziele der jeweiligen Personengruppen kurz beschrieben und anschließend wichtige Erwartungen dieser Personengruppen an Informationssysteme genannt. Soweit möglich ist die Auflistung nach Personengruppen gegliedert. Teilweise war es sinnvoller, die Einrichtungen, in denen diese Personen tätig sind, hier aufzulisten.

- Personengruppe „Patient\*innen“ und ihre Erwartungen an Informationssysteme: In der Regel erwarten Patient\*innen eine gute und bezahlbare Gesundheitsversorgung. Wenn möglich, soll diese erfolgen, ohne dass sie ihren normalen Alltag verändern müssen, in dem Teilhabe und Würde wichtige Aspekte sind. Erwartungen von Patient\*innen an Informationssysteme sind vor allem (1) Informationen zu erhalten (z. B. über Termine mit ihren

Ärzt\*innen in Arztpraxen, über Krankheiten, über mögliche diagnostische und therapeutische Maßnahmen und deren Risiken oder über Wirkung sowie Neben- und Wechselwirkungen von Medikamenten), (2) die Kommunikation mit Fachkräften in Gesundheitsberufen (Ärzt\*innen, Pflegekräften u. a.) und ihren Einrichtungen (z. B. Terminanfragen und Beratungsanfragen) und (3) die Möglichkeit, berichten zu können (z. B. über unerwartete Ereignisse, die im Zusammenhang mit ihren Krankheiten von Bedeutung sein könnten). Patient\*innen sind auch an Informationen zur Qualifikation und Reputation „ihrer“ Fachkräfte in Gesundheitsberufen und „ihrer“ Versorgungseinrichtungen interessiert. Entsprechendes gilt für die Qualität und Reputation im Zusammenhang mit Gesundheitsfragen, die über das Internet oder über Gesundheits-Apps abgeklärt werden. Patient\*innen erwarten zudem in der Regel, dass ihre an der Versorgung beteiligten pflegenden Angehörigen ebenfalls Zugang zu allen notwendigen Daten ihrer Krankenakte haben (falls sie ihre Erlaubnis dazu erteilt haben). Nicht zuletzt wird erwartet, dass Datenschutz und Vertraulichkeit ihrer Daten gewährleistet sind.

- Personengruppe „Fachkräfte in Gesundheitsberufen“ und ihre Erwartungen an Informationssysteme: Fachkräfte in Gesundheitsberufen sind vor allem Ärzt\*innen und Pflegekräfte, aber auch z. B. Zahnärzt\*innen, Apotheker\*innen, Physiotherapeut\*innen oder Hebammen, um nur einige der Gesundheitsberufe zu nennen. Deren Ziel ist es, eine gute Gesundheitsversorgung für ihre Patient\*innen zu gewährleisten. Die Erwartungen dieser Personen an Informationssysteme sind, sie dabei zu unterstützen, ihre Arbeit effizient und in guter Qualität durchzuführen. Oft geht es darum, einen benutzerfreundlichen und umfassenden Zugang zu Informationen zu ermöglichen, um adäquat Entscheidungen treffen zu können, organisatorische Unterstützung zu erhalten und den Dokumentationsaufwand bei guter Dokumentationsqualität in sinnvollen Grenzen zu halten. So ist z. B. der Zugriff auf alle Patientendaten, die für adäquate diagnostische und therapeutische Entscheidungen relevant sind, von Bedeutung. Fehlen relevante Daten oder ist es schwierig und zeitaufwendig, diese zu erhalten, besteht das Risiko, dass die Versorgungsqualität beeinträchtigt wird und/oder dass Kosten steigen. Weitere Anforderungen sind, Entscheidungen zum richtigen Zeitpunkt und am richtigen Ort treffen zu können („Informationslogistik“), Daten effizient zu erfassen und zu kommunizieren, und Entscheidungsunterstützung sowie Zugang zu Wissen über Krankheiten und deren Behandlung zu erhalten.
- Personengruppe „pflegende Angehörige“ und ihre Erwartungen an Informationssysteme: Zu den pflegenden Angehörigen zählen Ehepartner\*innen, enge Verwandte und andere nahestehende Personen von Patient\*innen. Obwohl es sich in der Regel nicht um in Gesundheitsberufen ausgebildete Personen handelt, kann ihr Beitrag zur Patientenversorgung für eine gute Qualität der Gesundheitsversorgung von erheblicher Bedeutung sein. Die Erwartungen pflegender Angehöriger an Informationssysteme bestehen vor allem darin, über die Behandlung der Fachkräfte (Ärzt\*innen, Pflegekräfte u.a.) informiert zu werden, Zugang zu den Krankenakten der Patient\*innen zu erhalten (falls diese ihr Einverständnis erklärt haben), und die Möglichkeit zu haben, mit Fachkräften in Gesundheitsberufen zu kommunizieren sowie über Beobachtungen berichten zu können (z. B. über unerwartete Ereignisse, die im Zusammenhang mit den Krankheiten der von ihnen betreuten Person(en) von Bedeutung stehen könnten).

- Personengruppe „Leitungspersonal“ und deren Erwartungen an Informationssysteme: Ziel dieser Personen ist es, ihre Einrichtungen (z. B. ihr Krankenhaus) effizient und in guter Qualität zu leiten. Bei Einrichtungen zur Gesundheitsversorgung geht es um eine effiziente Versorgung unter den Randbedingungen von Wirtschaftlichkeit bei Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen. Dazu müssen sie dafür sorgen, dass Behandlungsmaßnahmen so dokumentiert werden, dass eine adäquate Leistungserstattung erfolgen kann und dass Daten für das Controlling zur Verfügung stehen. Die Erwartungen des Leitungspersonals an Informationssysteme sind, diese dabei zu unterstützen, ihre Arbeit effizient und in guter Qualität zu leisten. Dies hängt oft damit zusammen, dass Informationen zur Betriebssteuerung adäquat zur Verfügung stehen und dass Analysewerkzeuge im Rahmen des Data Warehousing effizient eingesetzt werden können.
- Krankenkassen und deren Erwartungen an Informationssysteme: Krankenkassen wollen die von ihren Mitgliedern erhaltenen Beiträge in eine gute und effiziente Gesundheitsversorgung dieser Mitglieder investieren, falls diese Krankenversorgung benötigen. Dies umfasst die Vergütung von Einrichtungen zur Gesundheitsversorgung und die Überprüfung der Angemessenheit der Zahlungen an diese. Hinzu kommen Informationen an ihre Mitglieder zu Gesundheitsfragen und die Förderung der Untersuchung neuer, verbesserter Prozesse zur Gesundheitsversorgung. Erwartungen von Versicherungen an deren Informationssysteme, bzw. Anforderungen von dort tätigen Personen, sind, diese Aufgaben effizient und in guter Qualität erfüllen zu können. So wollen die Versicherungen z. B. überprüfen können, ob die geleisteten Zahlungen tatsächlich für Mitglieder erfolgt sind, die zum Zeitpunkt der Behandlung tatsächlich versichert waren.
- Staatliche Einrichtungen und deren Erwartungen an Informationssysteme: Staatliche Einrichtungen mit Aufgaben zur Gesundheitsversorgung sind in der Regel Gesundheitsministerien. Ziel dieser Ministerien ist es, rechtliche Rahmenbedingungen für die Gesundheitsversorgung zu schaffen. In manchen Staaten sind sie selbst in die Praxis der Gesundheitsversorgung eingebunden. Erwartungen staatlicher Einrichtungen an Informationssysteme (an ihre eigenen, durchaus hier aber auch an die von anderen an der Versorgung beteiligten Einrichtungen), bzw. Erwartungen von dort tätigen Personen, sind, dass die Informationssysteme eine gute Gesundheitsversorgung der Menschen in ihrem Staat oder einer Region unterstützen und dass sie regionale oder nationale Daten und Leistungsindikatoren über den Gesundheitszustand der Menschen liefern.
- Wohnbauunternehmen und deren Erwartungen an Informationssysteme: Durch den digitalen Wandel können auch die Wohnungen von Patient\*innen eine wichtige Rolle bei der Unterstützung der Gesundheitsversorgung spielen (weitere Ausführungen in den Abschnitten 3.8 und 4.4). Die Versorgung in der Wohnung kann eine ambulant-ärztliche Versorgung von Patient\*innen mit chronischen Krankheiten oder eine ambulant-pflegerische Versorgung bei altersbedingten Funktionsdefiziten umfassen. Wohnbauunternehmen, die die Möglichkeit bieten, die sensorische und aktorische Infrastruktur von Wohnungen auch für Gesundheitszwecke zu nutzen, haben im Wohnungsmarkt eventuell Wettbewerbsvorteile. Erwartungen von Wohnbauunternehmen an Informationssysteme, bzw. Erwartungen von

dort tätigen Personen, sind, dass diese die oben genannten Ziele für die jeweiligen Einrichtungen der Gesundheitsversorgung mit unterstützen und dass es Möglichkeiten zum Empfangen und Senden von Daten von und zu Einrichtungen der Gesundheitsversorgung gibt.

Die Erwartungen der verschiedenen Personengruppen sind teils ähnlich und übereinstimmend. Manchmal sind sie jedoch eher konträr und können so sogar widersprüchlich werden. Sich dessen bewusst zu sein, dass die Interessen der verschiedenen Personengruppen nicht immer dieselben sind und sich sogar widersprechen können, kann hilfreich sein, wenn es um die Gestaltung von Informationssystemen des Gesundheitswesens geht. So können z. B. patientenzentrierte „volkswirtschaftliche“ Ziele staatlicher Einrichtungen an die Gesundheitsversorgung im Widerspruch zu den einrichtungszentrierten „betriebswirtschaftlichen“ Zielen von Einrichtungen der Gesundheitsversorgung und der darin beschäftigten Fachkräfte in Gesundheitsberufen bzw. des dort beschäftigten Leitungspersonals stehen, die zu unterschiedlichen Erwartungen an Informationssystemen führen. Zudem möchten Fachkräfte in Gesundheitsberufen in der Regel ihre Patient\*innen so gut und umfassend wie möglich behandeln, während sich betriebswirtschaftlich orientiertes Leitungspersonal auf Kosteneffizienz und gut dokumentierte Daten für die Vergütung und das Controlling Wert legen wird. Manchmal können diese widersprüchlichen Anforderungen sogar innerhalb einer Person bestehen, z. B. bei einem Hausarzt, der sowohl für die Gesundheitsversorgung seiner Patient\*innen als auch für die Betriebsführung der eigenen Arztpraxis zuständig ist.

Abschließend sei hier noch ein Hinweis auf die Thematik der Ausbildung einiger hier genannter Personengruppen gegeben. Sollte eine Umsetzung der beiden in 1.3 genannten zentralen Konzepte erfolgen, dann bedeutet dies auch, dass zusätzlich zu den Fachkräften in Gesundheitsberufen weitere Personengruppen in die Versorgungsprozesse intensiver eingebunden werden. Dies sind insbesondere pflegende Angehörige und nicht zuletzt die betroffenen Personen selbst. Dies kann vor allem dann gelingen, wenn diese eine genügend große Grundbildung in Gesundheitsfragen haben. Insofern wird empfohlen, dass Ausbildungsmöglichkeiten angeboten werden, damit diese Qualifikationen erhalten werden können und dass deren Erhalt auch nachgewiesen werden kann, z. B. über Zertifikate. Dieser Nachweis sollte sich wiederum positiv auswirken, sei es durch Anerkennung oder durch finanzielle Vorteile. Qualifikationsangebote sollten einerseits „präventiv“ vorhanden sein, evtl. schon in der Schulausbildung, andererseits zu Zeiten, in denen Krankheits- oder Betreuungssituationen entstanden sind.

Ein weiterer Ausbildungsaspekt bezieht sich auf alle genannten Personengruppen. Diese sollten zumindest über ein ausreichendes Basiswissen über die Möglichkeiten und Grenzen der Digitalisierung in der Gesundheitsversorgung verfügen und wichtige Werkzeuge anwenden bzw. auf wichtige Wissensressourcen zugreifen und diese nutzen können.

### **3.3. Zurück zum Doppelkreislauf: Lebenssituationen und Gesundheitsversorgung als Kontinuum**

Mit diesen Ausführungen versucht der Verfasser deutlich zu machen, dass in der heutigen Situation und im Hinblick auf die heutigen und zukünftig zu erwartenden informationstechnischen Möglichkeiten eine Gesundheitsversorgung primär personenzentriert, nicht, wie bisher, primär einrichtungszentriert erfolgen sollte und dass dies auch organisatorisch wie technisch möglich ist. Zudem sollte Gesundheitsversorgung als Komponente von Lebenssituationen gesehen, nicht als

getrennt zu betrachtender Teil des Lebens. Alle der genannten Lebenssituationen, alle der genannten Personengruppen und alle der genannten Einrichtungen sind dabei einzubeziehen. Der eingangs beschriebene Doppelkreislauf mag auch dies visuell verdeutlichen.

### **3.4. Personenzentrierte Gesundheitsversorgung in Deutschland? Leider nein**

Im Jahr 2017 wurde eine Studie veröffentlicht, in der anhand weniger, einfacher, leicht zu reproduzierender Indikatoren festgestellt wurde, inwieweit die Gesundheitsversorgung von Staaten patientenzentriert (nicht in erster Linie einrichtungszentriert) ausgerichtet ist.<sup>11</sup> Im Folgenden werden, in Anlehnung an [22], die Indikatoren kurz vorgestellt und in Bezug auf Deutschland kommentiert.

Untersucht wurde in sieben Ländern, wer bei Bedarf Zugriff auf die Daten von Patient\*innen hat beziehungsweise Daten aufzeichnen kann. Gefragt wurde, ob unterschiedliche Versorgungseinrichtungen, Fachkräfte in Gesundheitsberufen oder gar die Patient\*innen selbst ihre Daten einsehen und Einträge vornehmen können. Die Auswahl der sieben Länder war nicht repräsentativ.

Zwei Beispiele mögen die Relevanz einer patientenzentrierten Versorgung verdeutlichen: Im Krankenhaus liegen wichtige medizinische Daten zu einem Patienten vor. Bei der anschließenden Weiterbehandlung in einer Arztpraxis sind diese dann aber nicht oder nur teilweise vorhanden. Oder: Ein Sohn informiert den ambulanten Pflegedienst über Schwächeanfälle und Beinahestürze der hochbetagten Mutter. Bei einem kurzfristig notwendig gewordenen Krankenhausaufenthalt sind diese, für die Behandlung womöglich wichtigen Informationen, dann aber nicht bekannt.

Die Indikatoren ermittelten sich aus den Antworten zu folgenden Fragen:

- (1) Können Ärzt\*innen/Pflegekräfte/Apotheker\*innen auf die Daten in den elektronischen Krankenakten ihrer Patient\*innen landesweit zugreifen?
- (2) Können Patient\*innen auf die Daten ihrer elektronischen Krankenakten landesweit zugreifen?
- (3) Können pflegende Angehörige auf die Daten in den elektronischen Krankenakten ihrer Patient\*innen landesweit zugreifen?
- (4) Können Ärzt\*innen/Pflegekräfte/Apotheker\*innen Daten in die elektronischen Krankenakten ihrer Patient\*innen eintragen?
- (5) Können Patient\*innen Daten in ihre elektronischen Krankenakten eintragen?
- (6) Können pflegende Angehörige Daten in den elektronischen Krankenakten der von Ihnen betreuten Patient\*innen eintragen?

Die Indikatoren bezogen sich auf ausgewählte Daten (Diagnosen, Medikation, Probleme wie z. B. Allergien) zu Patient\*innen in ausgewählten Versorgungseinrichtungen (Krankenhäuser, Arztpraxen, Pflegeheime, ambulante Pflegeeinrichtungen, Apotheken). Eine Zusammenfassung der Ergebnisse befindet sich in Abbildung 6.

---

<sup>11</sup> Über diese „eHealth-Indikatoren-Studie“, an die der Verfasser beteiligt war, wurde in [21] berichtet. Dort befinden sich die Definition der Indikatoren sowie eine Analyse und Diskussion der Ergebnisse.

Abbildung 6: Ergebnisse aus der eHealth-Indikatoren-Studie 2017

	A	D	FIN	HK	ROK	S	USA
1 Ärzte/Pflegekräfte/Apotheker können auf die Daten in den (el.) Krankenakten ihrer Patienten landesweit zugreifen.	+	-	+++	+++	-	+	+
2 Patienten können auf die Daten ihrer (el.) Krankenakten landesweit zugreifen.	-	-	+++	-	+++	+	+
3 Pflegende Angehörige, ... können auf die Daten in den (el.) Krankenakten ihrer Patienten landesweit zugreifen.	-	-	+++	-	+++	+	+
4 Ärzte/Pflegekräfte/Apotheker können Daten in die (el.) Krankenakten ihrer Patienten eintragen.	+	+	+++	+	+++	+++	+++
5 Patienten können Daten in ihre (el.) Krankenakten eintragen.	-	-	+	-	-	+	+
6 Pflegende Angehörige, ... können Daten in den (el.) Krankenakten ihrer Patienten eintragen.	-	-	+	-	-	+	+

Quelle: [21].

Anmerkungen: Die Indikatoren wurden in 7 Ländern ermittelt: Österreich (A), Deutschland (D), Finnland (FIN), Hongkong (HK), Südkorea (ROK), Schweden (S), USA (USA). Stichtag: Am 1.8.2017 vorhanden (in Planung reicht nicht). Ergebnisse (hier in einer zusammenfassenden Tabelle vereinfacht dargestellt) mit den Ausprägungen: ++: vorhanden, +: teilweise vorhanden, -: nicht vorhanden. Für Details siehe [21].

Es zeigt sich, dass insbesondere in Deutschland Nachholbedarf besteht. So können in Deutschland viele Ärzt\*innen und Pflegekräfte Daten ihrer Patient\*innen zwar digital erfassen, dies insbesondere in Krankenhäusern und Arztpraxen. Während in anderen Ländern wichtige medizinische Daten landesweit verfügbar sind, ist dies jedoch in Deutschland noch nicht der Fall. Zudem haben Patient\*innen und ihre pflegenden Angehörigen dabei selbst noch keinen Zugriff auf die Daten. Die Studie bestätigte, dass zum Beispiel die skandinavischen Länder hier bessere Möglichkeiten für ihre Bürger\*innen bieten. Die Studie legt den Schluss nahe, dass entgegen häufigen Vermutungen Ländergrößen und Organisation des Gesundheitssystems nicht entscheidend für die Umsetzung einer patientenzentrierten Gesundheitsversorgung sind. In der Untersuchung wurde allerdings ein weiterer Einflussfaktor festgestellt: Besonders in den Ländern, in denen es einen klaren politischen Willen zu einer patientenzentrierten Versorgung gab, war eine patientenzentrierte, einrichtungsübergreifende Informationsverarbeitung vorhanden.

Nicht nur der Verfasser dieser Expertise ist davon überzeugt, dass die technischen Möglichkeiten und die notwendigen IT-Standards schon jetzt ausreichend vorhanden sind. In der Studie wird zudem betont, dass Deutschland eine gute Gesundheitsversorgung hat, dass aber bei diesem durchaus wichtigen Aspekt Nachholbedarf besteht.

Die Studie wurde mit einer erweiterten Anzahl an Ländern fortgesetzt; Stichtag der Folgestudie war der 1.8.2019 ([23]). Für Deutschland zeigte sich keine Veränderung. Die aktuellen gesetzlichen Maßnahmen (z. B. das Digitale Versorgungsgesetz,) gehen in eine richtige Richtung. Abzuwarten bleibt, ob die Maßnahmen in den konkreten Lebenswelten, die eingangs geschildert wurden, ankommen und für die Gesundheitsversorgung konkrete, positive Auswirkungen haben werden.

Um Missverständnisse zu vermeiden sei abschließend auf darauf hingewiesen, dass der häufig in diesem Zusammenhang genannte Datenschutz als Hinderungsgrund aus Sicht des Verfassers nicht ausschlaggebend gebend dafür ist, dass Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern

schlechter dasteht. Auch wirkt sich die in Deutschland vorhandene erhebliche Sektorisierung zwar nachteilig aus – jeder Sektor und jede Versorgungseinrichtung darin ist zunächst auf die eigene Leistungsfähigkeit und wirtschaftliche Stabilität konzentriert –, darf aber nicht als alleiniger Grund angesehen werden. Zudem müssen die informationstechnischen Lösungen von Ländern mit positiveren Ergebnissen nicht notwendigerweise auf Deutschland passen (Details dazu in [22], [23]; Ausführungen zu den Informationssystemarchitekturen und -infrastrukturen würden den Rahmen dieser Expertise leider sprengen). Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass Ländern bei im Hinblick auf eine personenzentrierte Gesundheitsversorgung, in denen es auf nationaler Ebene einen klaren politischen Willen hierfür gab, besonders positiv abschnitten.

### **3.5. Zeitgemäße Gesundheitsversorgung: Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels (1)**

Die aktuelle Gesundheitsversorgung in Deutschland ist primär ausgerichtet auf eine Versorgung in den klassischen zuständigen Einrichtungen wie Krankenhäuser und Arztpraxen. Sie obliegt den dafür ausgebildeten, qualifizierten Personen. Zudem ist sie, wie bereits erwähnt, in erheblichem Maße sektorisiert. Entsprechend sind auch die Finanzierung der Krankenversorgung und die dazugehörige Gesetzgebung ausgeprägt. Diese Sektorisierung kann, wie in 1.3 erwähnt, neben vielen durchaus vorhandenen Vorteilen, auch zu nicht unerheblichen Nachteilen führen, da damit die Gesundheitsversorgung in Deutschland (sei es in der „klassischen“ Krankenversorgung oder in der Pflege) eher gegenläufig zur Personenzentrierung aufgestellt ist und da die dadurch ausgeprägten „sektorenspezifischen Eigenlogiken“ auch für die adäquate, zeitgemäße Nutzung von Informatik sowie Informations- und Kommunikationstechnik hoch problematisch sind. Im Zeitalter der Digitalisierung bestehen andere, umfassendere Möglichkeiten, die auch die veränderte Bevölkerungsstruktur (höherer Anteil älterer Personen, gestiegene Lebenserwartung) und das veränderte Krankheitsgeschehen (Zunahme chronischer und altersbedingter Erkrankungen) verstärkt berücksichtigen können (vgl. z. B. [24], Abschnitte 4.2 und 4.3). Neben der (durchaus wichtigen) Krankenversorgung können präventive Maßnahmen (bei Primär-, Sekundär- und Tertiärprävention) besser und in „normale“ Lebenssituationen eingebunden werden. Zudem können betroffene Personen selbst und ihre in die Gesundheitsversorgung ebenfalls mit eingebundenen Angehörigen besser beteiligt werden.

Deutschland hat hier einen erheblichen Nachholbedarf. Begriffe wie „sektorübergreifende Versorgung“ sind dabei zu eng gegriffen. Auch innerhalb der Sektoren gibt es keine zeitgemäße Personenzentrierung. Die informationstechnischen Möglichkeiten einschließlich der z. B. für die Kommunikation und Repräsentation von Patientendaten notwendigen Standards sind vorhanden und könnten genutzt werden. Im Rahmen internationaler Vergleiche lassen sich Informationssystemarchitekturen und -infrastrukturen erkennen, in denen eine zeitgemäße personenzentrierte Gesundheitsversorgung möglich ist. Die durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Medizininformatik-Initiative hat zur Auswahl solcher Standards ein Nationales Steuerungsgremium eingerichtet ([25], [26]).<sup>12</sup> Um einen Paradigmenwechsel einzuleiten, scheint es wichtig zu sein, dass nicht nur die Entscheidungsträger von Versorgungseinrichtungen, von Krankenkassen und von an Gesundheitsberufen ausgerichteten Verbänden und Organisationen (Ärz-

---

<sup>12</sup> Die Entscheidungen dieses Gremiums, in dem nicht nur die deutschen Universitätsklinika eine wichtige Rolle spielen, können auch für die Thematik des Achten Altersberichts von erheblicher Bedeutung sein.

tekammern, Kassenärztliche Vereinigungen usw.), die verständlicherweise ihre jeweiligen „betrieblichen“ Interessen wahrzunehmen haben, diesen Paradigmenwechsel einleiten, sondern dass dies auch als eine federführende Aufgabe von regionalen und insbesondere von nationalen politischen Institutionen angesehen wird.

### 3.6. Exkurs: Phänom-Genom-Exposom: erweiterte Möglichkeiten bei Diagnostik und Therapie

In den nun folgenden Exkursen soll auf einige wichtige informationstechnische Möglichkeiten hingewiesen werden. Dies kann nur einführend und skizzenhaft erfolgen, zudem ohne Nennung oder gar Analyse und Diskussion von Fallbeispielen. Die angegebene Literatur mag hier als Einstieg dienen, um sich ggf. vertieft mit den jeweiligen Thematiken zu befassen.

Blickt man auf die letzten Jahrzehnte zurück, so kann man erkennen, dass sich das diagnostische wie auch das therapeutische Spektrum, welches in der Gesundheitsversorgung zur Verfügung steht, deutlich erweitert hat. Zu den „klassischen“ Methoden (wie z. B. Befragung, direkte körperliche Untersuchungen, Labor, signal- und bildgebende Verfahren in der Diagnostik sowie Gespräch, Medikation, chirurgische, internistische, radiologische Eingriffe in der Therapie), die sich während dieser Zeit teilweise ebenfalls erheblich weiterentwickelt haben, sind, wie in Abbildung 7 dargestellt, zwei zusätzliche Methodenkomplexe hinzugekommen: molekulare Methoden (z.B. Gentechnik) sowie umfeld- bzw. umweltbezogene Methoden, die auf (vernetzter) Sensorik und Aktorik basieren und die im Kontext der Gesundheitsversorgung als „assistierende Gesundheitstechnologien“ bezeichnet werden können ([27]).

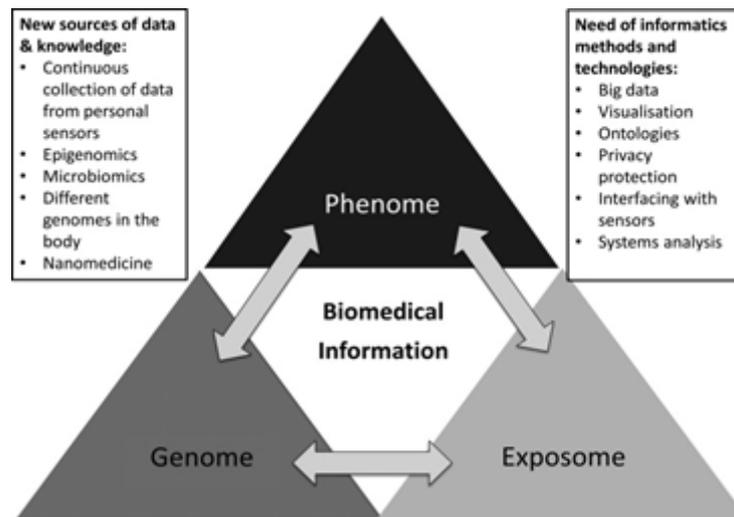
Abbildung 7: Gesundheitsversorgung im Wandel (1)



Quelle: Eigene Darstellung.

Martin-Sanchez u. a. haben diese Kombination klassischer und neuer Methoden zur Diagnostik und Therapie sehr plastisch als Phänom-Genom-Exposom-Beziehung bezeichnet ([28], [15] (siehe auch Abbildung 8).

Abbildung 8: Gesundheitsversorgung im Wandel (2)



Quelle: ([28], S. 388).

Auch die Abbildung 8 macht deutlich: Methoden, bezogen auf das „Phänom“ werden ergänzt durch neuere Methoden, bezogen auf das „Genom“ und das „Exposom“. Die nun erweiterten diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten sind auch bei älteren oder hochbetagten Personen von nicht unerheblicher Relevanz, da auch sie zu neuen Möglichkeiten einer verstärkt personenzentrierten Gesundheitsversorgung beitragen können.

Die folgenden beiden Exkurse beziehen sich ausschließlich auf das Exposom (umfeld- und umweltbezogene Methoden).

### 3.7. Exkurs: assistierende Gesundheitstechnologien, digitale Diagnostika und Therapeutika

Assistierende Gesundheitstechnologien<sup>13</sup> werden in [27] definiert als ambient genutzte sensorgestützte Informations- und Kommunikationstechnologien, deren Ziel es ist, zur Gesundheit und Gesundheitsversorgung einer Person sowie zu ihrer Lebensqualität beizutragen ([29], [30]). Verwandte Begriffe sind u.a. „technische Assistenzsysteme“ (dieser Begriff wurde im Siebten Altersbericht ([5]) verwendet) und „ambient-assistiertes Leben“ (AAL, [30]), jeweils ausgerichtet auf Gesundheitsversorgung.

Personen, bei denen assistierende Gesundheitstechnologien Anwendung finden, leiden oft an (altersbedingten) Funktionsdefiziten ([31]). Kriterien für den Nutzen assistierender Gesundheits-

<sup>13</sup> Auf assistierende Gesundheitstechnologien ist der Verfasser schon in seiner Expertise zum Siebten Altersbericht eingegangen ([4]). Hier sollen deshalb nur einige wichtige Eckdaten genannt und aktuelle Informationen ergänzt werden. Mittlerweile ist eine Übersichtsarbeit erschienen, an der der Verfasser beteiligt war und die umfangreiche Literaturangaben sowie Fallbeispiele enthält ([27]). Die nachfolgenden fünf Absätze (welche den Ausführungen in [4], Abschnitt 2, weitgehend entsprechen, diese jedoch auch fortschreiben) sind von dort sinngemäß übernommen. Auch diese Einführung ist sehr kurz; weitergehende, ausführliche Informationen sind über [4] und [27] öffentlich verfügbar.

technologien sind eine bezahlbare, effiziente und/oder qualitativ hochwertige Gesundheitsversorgung. Zur Lebensqualität gehört häufig selbständiges und selbstbestimmtes Leben in Würde und sozialer Teilhabe, dies trotz der genannten Funktionsdefizite und dies unter Berücksichtigung der informationellen Selbstbestimmung und des Datenschutzes. Bereits in Abbildung 2 wurde auf die Rolle assistierender Gesundheitstechnologien in dem Doppelkreislauf neuer Lebensweisen und Versorgungsformen hingewiesen. Assistierende Gesundheitstechnologien können von der jeweiligen Person selbst, von Fachkräften in Gesundheitsberufen (z. B. Pflegekräfte und Ärzt\*innen) und/oder von pflegenden Angehörigen der Person verwendet werden.

Die bei assistierenden Gesundheitstechnologien verwendete Sensorik befindet sich

- in der Wohnung von Personen (mit raumbezogenen Sensoren, z. B. zur Bewegungsanalyse) oder in anderen „Umgebungen“ von Personen wie z. B. Autos, Arbeitsplätzen oder Einkaufszentren. Oder sie befindet sich
- am Körper einer Person (mit körperbasierten Sensoren, z. B. zur Beschleunigungsmessung). Solche körpereigenen Sensoren können auch immersiv oder implantiert sein (z. B. in Herzschrittmachern oder in Kniegelenksprothesen).

Durch den Einsatz von Sensoren können eine Vielzahl von Signalen gemessen werden, z. B. akustische, optische, elektrische Signale (z. B. Signale des Herzens) oder Druck- und Temperatursignale wie Körpertemperatur ([32], [33]). Die meisten Aktivitäten des täglichen Lebens können z. B. mit Türkontaktschaltern, Bewegungsmeldern, Strommessgeräten und Erschütterungssensoren (z. B. in Schubladen) erfasst werden. Nicht zuletzt sind tragbare Beschleunigungssensoren und/oder Sensoren zur Identifizierung des Standortes einer Person (z. B. über GPS) von Bedeutung. Viele dieser Sensoren sind kostengünstig. Teilweise sind sie bereits in bestehenden Werkzeugen wie Mobiltelefonen verfügbar.

Aufgaben, die durch assistierende Gesundheitstechnologien unterstützt werden, sind

- Notfallerkennung und -meldung (z. B. Sturzerkennung, [34], [35]),
- Krankheitsmanagement (in der Regel bei chronischen Erkrankungen, z. B. koronarer Herzkrankheit, oft basierend auf der Messung und Analyse von Aktivitäten des täglichen Lebens) sowie
- Rückkopplung des Gesundheitszustands und Beratung ([36]).

Diese Dienste können durch die Unterstützung von nicht-gesundheitsbezogenen Diensten zur Kommunikation, Information, Unterhaltung und/oder zur Unterstützung von anderen Aktivitäten des täglichen Lebens ergänzt werden ([7], S. 82-83, [37]).

Assistierende Gesundheitstechnologien sollten auch als Komponenten von Informationssystemen gesehen werden, die Versorgungsprozesse unterstützen ([2], Kapitel 4). Daten aus assistierenden Gesundheitstechnologien und Befunde, die auf diesen Daten basieren (die automatisch, halbautomatisch oder manuell abgeleitet wurden), können oder sollten Teil der elektronischen Gesundheitsakte einer Person werden können ([38]).

In einer Übersichtsarbeit ([27]) konnte aufgezeigt werden, dass über assistierende Gesundheitstechnologien mittlerweile intensiv geforscht wird und dass zahlreiche Fallbeispiele aufzeigen, wie

konkreter Nutzen erzielt werden kann. In der Weiterentwicklung assistierender Gesundheitstechnologien gab es deutliche technische Fortschritte. Wissenschaftlich fundierte Studien, die mittels prolektiver Interventionsstudien den Nachweis diagnostischer Relevanz oder therapeutischer Wirksamkeit untersuchen, sind jedoch weiterhin eher die Ausnahme.

Assistierende Gesundheitstechnologien können als eine durchaus wichtige Klasse von digitalen Diagnostika und digitalen Therapeutika angesehen werden (Erläuterungen finden sich z. B. in [24], S. 606, dort unter der Bezeichnung Informatik-Diagnostika und Informatik-Therapeutika). Ihre Bedeutung dürfte im Zeitalter der Digitalisierung weiter zunehmen.

### **3.8. Exkurs: die Wohnung als Gesundheitsstandort**

Über assistierende Gesundheitstechnologien und über heute verfügbare Informations- und Kommunikationstechnik ergeben sich verstärkt Möglichkeiten, die Wohnung als Gesundheitsstandort zu nutzen.<sup>14</sup>

Diagnostik und Therapie im persönlichen Lebensumfeld wurde im Laufe der letzten Jahrzehnte aus mehreren Gründen reduziert:

- (1) Hausbesuche von Ärzt\*innen und Pflegekräften bei Patient\*innen mussten aus Kostengründen und aus Personalmangel eingeschränkt werden. Es erwies sich als günstiger, Patient\*innen in Versorgungseinrichtungen, insbesondere in Arztpraxen oder Krankenhäusern, zu behandeln.
- (2) Wurden technische Geräte für Diagnostik und Therapie benötigt, z. B. für die Blutanalyse, für die Röntgendiagnostik oder Strahlentherapie oder auch für die Messung von Vitalparametern, dann waren diese in den genannten Einrichtungen besser verfügbar.
- (3) Die Kommunikationsinfrastruktur zwischen dem persönlichen Lebensumfeld der Patient\*innen und „ihren“ in den Versorgungseinrichtungen tätigen Ärzt\*innen oder Pflegekräften war begrenzt. Vor nicht allzu langer Zeit waren meist „synchrones“ Telefon und „asynchrone“ Papierpostkommunikation die wichtigsten Kommunikationsmittel.

Dies hat sich jedoch deutlich geändert:

- ad 1: Obwohl der direkte Kontakt eines Patienten oder einer Patientin mit „seinen“ bzw. „ihren“ Ärzt\*innen oder Pflegekräften nach wie vor von großer Bedeutung ist, kann heute ein erheblicher Teil der Kommunikation auch auf Distanz erfolgen. Das Sehen und Sprechen (aber immer noch nicht das Berühren und Riechen) über multimediale (z. B. Video) Kommunikation ist nun in ausreichender Qualität möglich. So sind heute wieder neue Wege zu zumindest „virtuellen“ Besuchen von Fachkräften in Gesundheitsberufen in den persönlichen Lebensräumen der Menschen möglich geworden.
- ad 2: Es ist heute einfach, den Gesundheitszustand eines Patienten oder einer Patientin (halb-) automatisch durch assistierende Gesundheitstechnologien zu messen, die sich z. B. am Körper einer Person oder zu Hause oder am Arbeitsplatz befinden. Obwohl na-

---

<sup>14</sup> Die Ausführungen in diesem Abschnitt basieren auf Überlegungen, die in [39] und [40] kommuniziert und von dort sinngemäß übernommen wurden.

türlich nicht alle der vorhin genannten technischen Geräte heute im persönlichen Lebensumfeld eines Patienten oder einer Patientin platziert werden können, so ist dies zumindest für die Messung von Vitalparametern nun möglich und könnte sogar kontinuierlich erfolgen. Darüber hinaus können heute neue Daten, z. B. über Beschleunigung, Standort, Bewegungserkennung oder Stromverbrauch relativ einfach erfasst werden, um damit z. B. Aktivitätsmuster identifizieren zu können.

- ad 3: Die Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen haben sich in den letzten Jahrzehnten erheblich weiterentwickelt. Neben der erwähnten multimedialen Kommunikation können heute viele Sensorsysteme und andere technische Geräte für Diagnose und Therapie adäquat angebunden werden. Auch wenn das Internet derzeit noch nicht alle persönlichen Lebensbereiche in ausreichender Bandbreite abdeckt, so kann man doch davon ausgehen, dass bei Bedarf die Internetkonnektivität für Gesundheitsdienstleistungen aus Distanz in ausreichender Qualität installiert werden kann.

Die Konsequenzen sind naheliegend. Die Wohnung eines Menschen kann zu einer wichtigen zusätzlichen „Einrichtung“ für die Gesundheitsversorgung werden. Klassische Versorgungseinrichtungen wie Krankenhäuser oder Arztpraxen müssen neue Versorgungsformen anbieten, die diesen neuen Gesundheitsstandort mit einschließt. Diagnostische und therapeutische Verfahren, die von diesen Versorgungseinrichtungen angeboten werden, sollten nicht an deren Wänden enden müssen.

Neben der Neugestaltung von Versorgungsprozessen muss auch die Finanzierung der Gesundheitsversorgung neu überdacht werden. Die in Deutschland vergleichsweise strikte Trennung zwischen stationärer und ambulanter Versorgung ist dann kaum noch sinnvoll. Zur Ausrichtung der entsprechenden Informationssysteme wurde schon in den vorherigen Abschnitten Stellung bezogen. Wenn Diagnostik und Therapie auch im persönlichen Lebensumfeld erfolgt, wird es vermehrt zu Konfliktsituationen kommen in Bezug auf die Wahrung von informationeller Selbstbestimmung und Privatsphäre auf der einen Seite und mit einer guten, auch den Standort Wohnung nutzenden Gesundheitsversorgung andererseits. Und es wird vermehrt zu ethischen Fragen wie der Vermeidung von unbegrenzter Beobachtung und unreflektierter Datenübertragung im Interesse einer qualitativ hochwertigen, effizienten Gesundheitsversorgung kommen.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass auch weitere der in 3.2 genannten privaten Lebensräume – z. B. Arbeitsplätze und Transportsysteme – entsprechend zu Gesundheitsstandorten werden können. Von besonderem Interesse dürften hier aus verschiedenen Gründen Autos als häufig genutzte Transportsysteme sein ([41], [42], [43]), z. B. auch bei der verbesserten Abhandlung von Unfällen.

### **3.9. Zeitgemäße Gesundheitsversorgung: Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels (2)**

Die in Abschnitt 3.5 genannte Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels für eine zeitgemäße Gesundheitsversorgung im Zeitalter der Digitalisierung bezog sich auf eine personenzentrierte, einrichtungsübergreifende Gesundheitsversorgung, die alle Lebenssituationen, alle Personen und alle Einrichtungen umfasst. Schon durch den bis jetzt erfolgten digitalen Wandel ist dieser Paradigmenwechsel möglich. Es bedarf vor allem des politischen Willens zur Umsetzung, da bisherige Rahmenbedingungen wie etwa Sektoren und ihre Finanzierung überdacht werden müssen. Von

einem solchen Paradigmenwechsel kann nicht nur erwartet werden, dass Versorgungsqualität und Versorgungseffizienz erhöht werden. Ein solcher Paradigmenwechsel kann auch helfen, die Versorgungsmöglichkeiten auch z. B. im ländlichen Bereich zu verbessern. Zudem können alle an der Versorgung beteiligten Personen, auch die an der Pflege beteiligten nahestehenden Personen besser mit eingebunden werden.

In den vorangehenden Exkursen wurde auf die veränderten informationstechnischen Möglichkeiten durch vernetzte Sensorik und technische Assistenzsysteme hingewiesen. Diese zu berücksichtigen wäre Teil des genannten Paradigmenwechsels. Assistierende Gesundheitstechnologien im Speziellen, aber auch digitale Diagnostika und digitale Therapeutika im Allgemeinen bieten eine wichtige Erweiterung des Maßnahmenspektrums in der Gesundheitsversorgung. Die Wohnung als weiterer Gesundheitsstandort bietet Personen verbesserten Komfort, verbesserte Sicherheit, aber auch verbesserte Gesundheitsversorgung. Dass nicht nur die Wohnung als neuer Gesundheitsstandort einzubinden ist, sondern dass auch beispielsweise „intelligente“ Autos wichtige Beiträge leisten können – etwa bei Unfällen – sollte ebenfalls Bestandteil dieses Paradigmenwechsels sein.

Nicht zuletzt soll noch ein Aspekt genannt werden, der bei einem Paradigmenwechsel in der Gesundheitsversorgung bedacht werden sollte: Gesundheitsversorgung sollte umfassend betrachtet werden als Sorge um die Gesundheit des Menschen und um die Welt, in der er lebt.

### **3.10. Spezifische Herausforderungen bei älteren Menschen**

Die Ausführungen zu einer personenzentrierten Gesundheitsversorgung beziehen sich auf Personen aller Altersgruppen. Die in 2.1 aus dem Siebten Altersbericht zitierte Bedeutung für „die Erhaltung oder Wiedererlangung von Gesundheit, Selbstständigkeit und Autonomie sowie der Umgang mit chronischen Erkrankungen und Verletzlichkeit“ bei älteren und hochbetagten Personen mag eine besondere Wichtigkeit implizieren. Untersuchungen, an denen der Verfasser beteiligt war, haben bestätigt, dass bei chronischen Erkrankungen, zu denen auch klassische Alterserkrankungen gehören, in besonderem Maße ein personenzentrierter (nicht auf einzelne Einrichtungen oder Dienste reduzierter) Informationsbedarf klar vorhanden war, dass dieser Bedarf über die professionell an der Versorgung beteiligten Personengruppen hinausging und dass er sich bei weitem nicht nur auf klassische Versorgungseinrichtungen wie Krankenhäuser oder Arztpraxen beschränkte. Hinzu kommt der häufige Wunsch, auch im Alter in der gewohnten Umgebung so lange wie möglich und trotz (altersbedingter) Funktionsdefizite, trotz möglicherweise chronischer Erkrankungen, leben zu können und damit das gewohnte Wohnumfeld und die bestehende soziale Einbindung weiter behalten zu können. Die Bedeutung des häuslichen Umfelds wurde auch im Siebten Altersbericht betont.

### **3.11. Empfehlungen im Kontext der Thematik des Achten Altersberichts**

Die hier genannten Empfehlungen sind sicherlich auch subjektiv geprägt und sollen mit dieser Expertise letztendlich zur Diskussion gestellt werden.

- a) In einer zeitgemäßen, die Möglichkeiten der Digitalisierung nutzenden Gesundheitsversorgung sollten alle genannten Lebenssituationen – von Prävention/Wellness über Be-

treuung/Pflege bis hin zur Behandlung in Notfallsituationen –, alle genannten Personengruppen – von Patient\*innen und Fachkräften in Gesundheitsberufen bis hin zu pflegenden Angehörigen – und alle genannten Einrichtungen – von Krankenhäusern und Arztpraxen bis hin zu den „normalen“ Lebensräumen von Personen – gleichermaßen mit einbezogen werden. Eine primäre Ausrichtung auf Einrichtungen der Krankenversorgung oder innerhalb bestimmter Sektoren ist weder sinnvoll noch zeitgemäß. Diese Sektorisierung kann, neben vielen durchaus vorhandenen Vorteilen, auch zu nicht unerheblichen Nachteilen führen, da damit die Gesundheitsversorgung in Deutschland (sei es in der „klassischen“ Krankenversorgung oder in der Pflege) eher gegenläufig zu dieser Personenzentrierung aufgestellt ist und da die dadurch ausgeprägten „sektorenspezifischen Eigenlogiken“ auch für die adäquate, zeitgemäße Nutzung von Informatik und Informations- und Kommunikationstechnik hoch problematisch ist.

- b) Die aktuelle Gesundheitsversorgung in Deutschland ist primär ausgerichtet auf die Versorgung in den klassischen zuständigen Einrichtungen wie Krankenhäuser und Arztpraxen. Im Zeitalter der Digitalisierung bestehen andere, umfassendere Möglichkeiten, die auch die veränderte Bevölkerungsstruktur und das veränderte Krankheitsgeschehen verstärkt berücksichtigen können. Bei der Gestaltung einer zukünftigen, die Möglichkeiten der Digitalisierung nutzenden Gesundheitsversorgung sollte ein Paradigmenwechsel hin zu einer personenzentrierten Versorgung erfolgen.
- c) Es sollten auch für betreuende Angehörige und für betroffene Personen selbst Ausbildungsmöglichkeiten angeboten werden, damit diese eine genügend große Grundbildung in Gesundheitsfragen erwerben können. Diese Qualifikation sollte nachgewiesen werden können, z. B. über Zertifikate. Dieser Nachweis sollte wiederum positiv auswirken, sei es durch Anerkennung oder durch finanzielle Vorteile.
- d) Für einen erfolgreichen digitalen Wandel in der Gesundheitsversorgung ist es wichtig, dass alle genannten Personengruppen zumindest über ein ausreichendes Basiswissen im Kontext der Digitalisierung in der Gesundheitsversorgung verfügen.
- e) Im Rahmen internationaler Vergleiche lassen sich Informationssystemarchitekturen und Informationssysteminfrastrukturen erkennen, in denen eine zeitgemäße personenzentrierte Gesundheitsversorgung möglich ist. Entsprechende Standards, z. B. für die Kommunikation und Repräsentation von Patientendaten sind vorhanden und könnten genutzt werden. Die Entscheidungen des Nationalen Steuerungsgremiums der deutschen Medizininformatik-Initiative zur Auswahl von Standards können von erheblicher Bedeutung sein und sollten mit berücksichtigt werden.
- f) Zu einer zeitgemäßen, die Möglichkeiten der Digitalisierung nutzenden Gesundheitsversorgung gehört auch die Nutzung digitaler Diagnostika und digitaler Therapeutika. Diese sollten umfassend angewendet werden; allerdings erst, nachdem deren Nutzen über wissenschaftlich fundierte Studien nachgewiesen wurde.
- g) Assistierende Gesundheitstechnologien sind eine wichtige Klasse digitaler Diagnostika und digitaler Therapeutika, deren Nutzung einen nicht unwesentlichen Beitrag zu einer guten Gesundheitsversorgung leisten kann. Dies sollte bei der zukünftigen Ausgestaltung der Gesundheitsversorgung berücksichtigt werden.

- h) Die Wohnung kann zu einer wichtigen zusätzlichen „Einrichtung“ für die Gesundheitsversorgung werden. Klassische Versorgungseinrichtungen (z. B. Krankenhäuser und Arztpraxen) sollten Versorgungsformen anbieten, die diesen Gesundheitsstandort mit einschließen. Diagnostische und therapeutische Verfahren, die von diesen Versorgungseinrichtungen angeboten werden, sollten nicht an deren Wänden enden müssen.
- i) Auch wenn es in dieser Expertise um informationstechnische Aspekte geht (in diesem Abschnitt im Hinblick auf eine personenzentrierte Gesundheitsversorgung im Zeitalter der Digitalisierung), sei darauf hingewiesen, dass ethische, soziale und rechtliche Aspekte mit zu bedenken sind. Besonders plastisch wird dies, wenn die Wohnung einer Person – und damit einer der privatesten Bereiche und Rückzugsräume – auch ein neuer Gesundheitsstandort werden soll, indem assistierende Gesundheitstechnologien genutzt werden sollen.
- j) Von dem skizzierten Wandel wird angenommen, dass Menschen aller Altersstufen in ihrer Gesundheitsversorgung davon profitieren können. Aus verschiedenen Gründen, dazu zählen altersbedingte Erkrankungen, altersbedingte Gebrechlichkeit und der Wunsch vieler Menschen, auch im Alter im gewohnten häuslichen Umfeld weiter leben zu können, könnten jedoch auch alte und hochbetagte Personen von diesem Wandel erheblich profitieren.

## **4. Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz**

### **4.1. Über die zunehmende Relevanz des Zusammenwirkens lebender und nicht lebender Entitäten**

In diesem Abschnitt sollen einige Aspekte des Zusammenwirkens von Menschen (als „lebende Entitäten“) und Maschinen (als „nicht lebende Entitäten“) behandelt werden. Maschinen, die funktional so umfassend sind, dass sie Entscheidungen treffen oder in erheblichem Maße zur Entscheidungsfindung beitragen können – Entscheidungen, die mit menschlichen Entscheidungen vergleichbar sind – werden hier als intelligent bezeichnet. Die Bezeichnung ist aktuell wieder gängig. Nicht ohne Grund dürfte „künstliche Intelligenz“ in Deutschland als Thema des Wissenschaftsjahres 2019 ausgewählt worden sein. Dennoch kann die Bezeichnung durchaus hinterfragt werden.

In den nachfolgenden Ausführungen werden einige Aspekte des im Zeitalter der Digitalisierung nun möglichen „erweiterten“ Zusammenwirkens von natürlicher und künstlicher Intelligenz behandelt. Dies basiert auf Ausarbeitungen der Kommission „Synergie und Intelligenz“ der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (SYnENZ-Kommission) und auf einem von dieser Kommission organisierten Symposium (SYnENZ-Symposium) ([44], vgl. auch [45]).

### **4.2. Typische Fragen zum Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz**

Auf der Tagungsankündigung des SYnENZ-Symposiums wurden die folgenden Fragen an die Öffentlichkeit gerichtet: „Was ist künstliche Intelligenz und was bedeutet sie für uns Menschen? Wie verändert sie Gesundheitsversorgung, Mobilität und Landwirtschaft? Wird in der Arztpraxis

eine intelligente Maschine Symptome erfragen und Diagnosen erstellen? Wie verändern autonome Fahrzeuge den Straßenverkehr für Fußgänger und Radfahrer? Falls ja: Geht das überhaupt – technisch, ethisch, juristisch? Und die wichtigste Frage: Wollen wir dies eigentlich?“

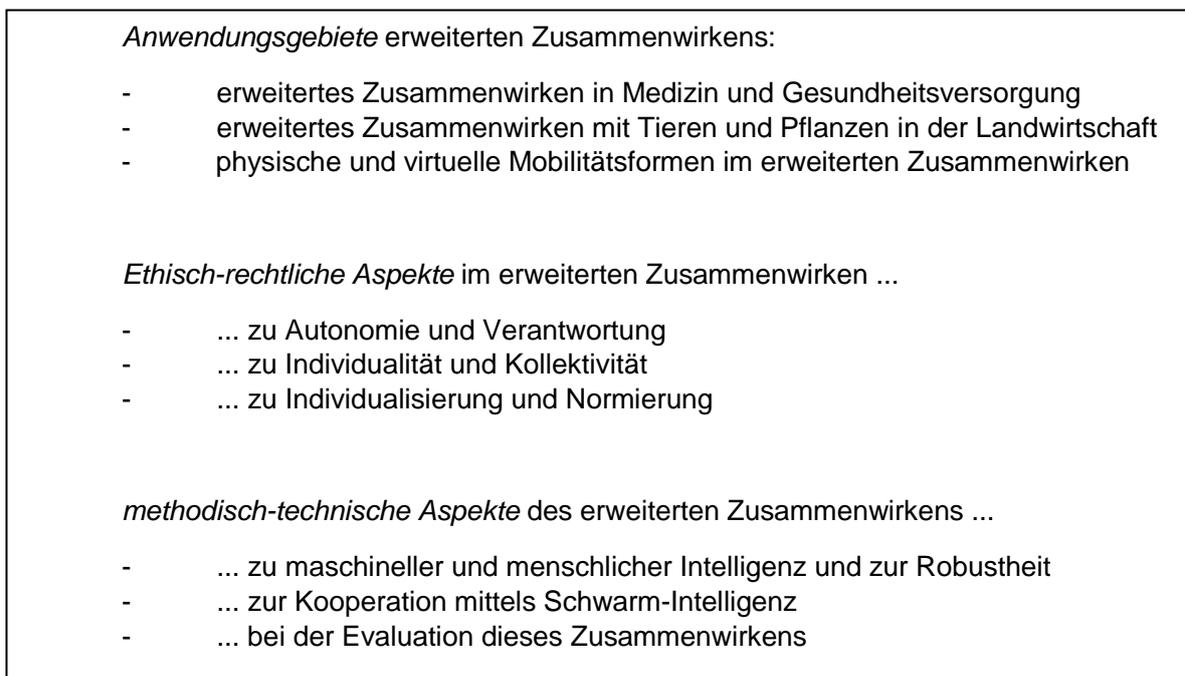
([46]). Für die Arbeit der SYnENZ-Kommission wichtige Fragen sind:

- Wie wird Zusammenleben in Zeiten zunehmender Digitalisierung in Zukunft aussehen?
- Welche Synergien ergeben sich durch das nun mögliche erweiterte Zusammenwirken von Menschen, Tieren und Pflanzen einerseits und von Maschinen andererseits, in anderen Worten durch ein solches erweitertes Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz?
- Können wir zwischen bloß zeitgemäßen und angemessenen Formen des Zusammenwirkens unterscheiden?
- Und können, um angemessene Formen zu erreichen und um zwar zeitgemäße, aber problematische Formen zu vermeiden, Empfehlungen gegeben werden?
- Lässt sich der Grad des Zusammenwirkens bestimmen?

#### **4.3. Dimensionen erweiterten Zusammenwirkens, ethisch-rechtliche Aspekte**

In der Kommissionsarbeit kristallisierten sich die nachfolgend in Abbildung 9 genannten inhaltlichen Schwerpunkte heraus. Die Themen sind in drei Bereiche gegliedert. Diese sollten keinesfalls als getrennte und getrennt bearbeitbare Themenbereiche, sondern vielmehr als Koordinaten – semantische Bezugssysteme – eines dreidimensionalen Raumes gesehen werden.

Abbildung 9: Die drei Dimensionen der Arbeit der SYnENZ-Kommission mit ihren Ausprägungen



Quelle: [45].

Während sich bei den Anwendungsgebieten und bei den methodisch-technischen Aspekten auch die Forschungsschwerpunkte der Kommissionsmitglieder ausprägten, dürften die genannten ethisch-rechtlichen Aspekte eher invariant und über die speziellen Anwendungsgebiete oder Methoden hinaus von Bedeutung sein.

Fragen in Bezug auf die ethisch-rechtlichen Aspekte sind

- ... bei Individualität und Kollektivität: Wird es, beispielsweise durch intensivierete Kommunikation, durch die erweiterte Nutzung von Assistenzsystemen oder durch zusätzliche Implantate zu einem verstärkten kollektiven Zusammenwirken von Individuen kommen? Wie kann diese Kollektivität aussehen? Welche Bedeutung hat sie für die Individualität?
- ... bei Individualisierung und Normierung: Ist das zu erwartende erweiterte Zusammenwirken förderlich für die individuelle Entwicklung von Entitäten, insbesondere von Menschen? Oder birgt erweitertes Zusammenwirken, beispielsweise durch die Nutzung von maschinellen Systemen zur Entscheidungsunterstützung, das Risiko der Normierung menschlichen Verhaltens und persönlicher Entwicklung in sich? Wie kann Individualisierung gefördert und Normierung verhindert werden?
- ... bei Autonomie und Verantwortung: Welche Konsequenzen ergeben sich aus dem erweiterten Zusammenwirken insbesondere von Menschen einerseits und Maschinen andererseits für die Autonomie von (menschlichen) Entscheidungen und für die damit verbundene Übernahme von Verantwortung? Dies besonders bei Maschinen mit hoher Funktionalität, umfassender Sensorik bzw. Aktorik und/oder der Fähigkeit der Analyse großer Datenbestände?

#### **4.4. Exkurs: die „intelligente“ Wohnung als Diener**

In Abschnitt 3.8 wurde die Wohnung als Gesundheitsstandort thematisiert. In der GAL-NATARS-Studie haben wir ab 2011 assistierende Gesundheitstechnologien in konkreten Wohnumgebungen untersucht. Ziel der GAL-NATARS-Studie war die Nutzung assistierender Gesundheitstechnologien zur Erfassung relevanter Risikomuster bei hochbetagten Patient\*innen, die eine ihre Mobilität und Selbstständigkeit gefährdende Verletzung erlitten hatten. Neben dem primär intendierten Nachweis der technischen Machbarkeit und der Akzeptanz konnten zusätzliche Zusammenhänge zwischen den Sensordaten und dem Rehabilitationsverlauf identifiziert werden ([47], [48], [51]).<sup>15</sup>

Diese Untersuchungen wurden in Forschungswohnungen fortgesetzt ([49]), deren Daten zur Diagnostik verwendet werden konnten ([50]). Durch die nun verfügbare umfassende Sensorik und Aktorik ist abzusehen, dass sich Wohnungen ebenfalls zu funktional umfassenden Maschinen entwickeln können. Als „intelligente“ Wohnungen können sie auch die Rolle eines Dieners einnehmen ([45]). Zwar handelt es sich um einen maschinellen Diener. Wie auch bei menschlichen Dienern weiß er viel von der zu betreuenden Person, ist aber in seiner Rolle verpflichtet, darüber zu schweigen. Es sei denn, es gäbe z. B. etwas Wichtiges über den Gesundheitszustand an Personen bzw. Einrichtungen zu berichten, die in die Versorgung eingebunden sind – Berichte, die mit der betreuten Person vorher vereinbart wurden. Solche Berichte sollten analog zu anderen

---

<sup>15</sup> Die GAL-NATARS-Studie wird in Abschnitt 6, Evaluation, nochmals aufgegriffen, dort im Beispiel 2.

Befunden (z. B. Labor und Röntgen) ebenfalls in elektronischen Krankenakten abgelegt werden können.<sup>16</sup>

#### **4.5. Exkurs: „Intelligente“ Maschinen und ihre Rolle in Informationssystemen**

In diesem Exkurs soll auf die Rolle funktional umfassender, „intelligenter“ Maschinen in Informationssystemen des Gesundheitswesens eingegangen werden. Dies soll beispielhaft anhand von OP-Robotern in Krankenhäusern, und damit in Bezug auf Krankenhausinformationssysteme, geschehen.<sup>17</sup>

Doch zunächst zu einer aus der Perspektive der Informatik und des Informationsmanagements klassischen Sicht auf solche Informationssysteme des Gesundheitswesens ([1], [2]). Informationssysteme von Einrichtungen (hier: Krankenhäuser) sind die sozio-technischen Teilsysteme dieser Einrichtungen, welche die gesamte Verarbeitung und Speicherung von Daten und der darin enthaltenen Informationen umfasst. Heutige Krankenhausinformationssysteme sind primär rechnerbasiert: Die durchzuführenden „Unternehmensaufgaben“ (z. B. die Behandlung von Patient\*innen) werden durch rechnerbasierte Anwendungssysteme (Software) unterstützt, die auf physischen Datenverarbeitungssystemen (Hardware) installiert sind. In größeren Krankenhäusern enthalten heutige Krankenhausinformationssysteme weit über tausend Rechnersysteme; die meisten sind miteinander vernetzt. Eine zwei- bis dreistellige Anzahl größerer rechnerbasierter Anwendungssysteme ist auf diesen Rechnersystemen installiert.

Informationssysteme bestehen aus Komponenten (z. B. Anwendungssysteme und Rechnersysteme) und haben Nutzer\*innen (z. B. Ärzt\*innen und Pflegekräfte). Zu den Komponenten zählen beispielsweise Röntgengeräte (mit eingebetteten Anwendungs- und Rechnersystemen). Diese bezeichnet man üblicherweise auch als Modalitäten. Nutzer von Krankenhausinformationssystemen können auf Daten zugreifen, beispielsweise auf Befunde oder Diagnosen der von ihnen behandelten Patient\*innen; und sie können Daten eintragen, beispielweise Informationen zum Gesundheitszustand von Patient\*innen oder zu Entscheidungen über diagnostische oder therapeutische Maßnahmen.

Die oben genannte Sichtweise auf Informationssysteme könnte es zunächst nahelegen, OP-Roboter als Modalitäten und somit als auf Computern installierte rechnerbasierte Anwendungssysteme anzusehen, analog zu den beispielhaft genannten Röntgengeräten. Damit wären OP-Roboter, analog zu anderen Modalitäten, Komponenten von Informationssystemen. Bei Informationssystemarchitekturen und bei Informationsmanagement-Strategien wären keine Änderungen nötig. Nach Ansicht des Verfassers ist diese Sicht jedoch zu kurz gegriffen und nicht angemessen für funktional umfassende, „intelligente“ Maschinen.

Modalitäten wie Röntgengeräte arbeiten passiv. Sie erzeugen Bilder mit zusätzlichen Informationen, die dann befundet und in Bildarchivierungs- und Kommunikationssystemen gespeichert werden. Die Funktionalität dieser Maschinen ist, im Vergleich zur Funktionalität von OP-Robotern, eingeschränkt. Im Gegensatz dazu entwickeln sich OP-Roboter zu Systemen, die, wie vorhin er-

---

<sup>16</sup> Weitere umfangreiche Ausführungen hierzu finden sich in einer kürzlich abgeschlossenen Dissertation zur Rolle von Wohnungen in Versorgungsprozessen [52].

<sup>17</sup> Die nachfolgenden Ausführungen des Verfassers sind sinngemäß aus [51], S. e18-e19, übernommen.

wähnt, auch an Entscheidungen beteiligt sein können. Um solche Entscheidungen adäquat treffen zu können ist es wichtig, dass auch diese Systeme über Befunde oder Diagnosen von Patient\*innen informiert sind, um diese Informationen bei ihren Aufgaben berücksichtigen zu können und dass sie ggf. Daten in Krankenakten eintragen können, falls diese für andere Nutzer\*innen bei der Behandlung von Patient\*innen relevant sein könnten. Damit wären solche funktional umfassenden, intelligenten Systeme zu Nutzern von Informationssystemen geworden.

Durch die zunehmende Digitalisierung der Gesundheitsversorgung, durch assistierende Gesundheitstechnologien, durch ambient vorhandene und vernetzte Sensorik und Aktorik, die für umfeld- und umweltbezogene diagnostische und therapeutische Maßnahmen genutzt werden können, sind solche Robotersysteme nicht die einzigen intelligenten Maschinen bzw. nicht lebenden Entitäten, die auf diese Weise betrachtet werden sollten. Wir kennen schon heute „intelligente Betten“ oder „intelligente Räume“ (z. B. auf Stationen, um beim Beispiel Krankenhaus zu bleiben, vgl. ansonsten Abschnitt 4.4), die ähnliche Funktionalitäten haben und die Informationen über Patient\*innen, deren Verhalten und deren Gesundheit haben können. Ähnliche Entwicklungen sind für zukünftige Autos (Patientenlogistik) oder für zukünftige Implantate wie z. B. Herzschrittmacher zu erwarten. Der Verfasser sieht es als wichtig an, dass diese „nicht-lebenden Entitäten“ angemessen mit anderen Entitäten kommunizieren können, insbesondere mit „lebenden Entitäten“ wie Fachkräften in Gesundheitsberufen oder mit Patient\*innen und ihren Angehörigen.

#### **4.6. Zeitgemäße Gesundheitsversorgung: Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels (3)**

Im Gegensatz zu den aufgeführten Paradigmenwechseln in (1) und (2) (Abschnitte 3.5 und 3.9), deren Umsetzung nach Meinung des Verfassers direkt angegangen werden kann, sind die hier genannten Aspekte eher langfristiger zu sehen.

Welche Folgen könnten die in Abschnitt 4 genannten Überlegungen für eine zukünftige Gesundheitsversorgung haben? Fünf Thesen sollen hier zur Diskussion gestellt werden:

- Funktional umfassende, intelligente Maschinen sollten als Entitäten betrachtet werden und nicht als Modalitäten (vgl. Abschnitt 4.5 und [51], S. e18-e19).
- Solche Maschinen müssen neben Personen als bisherigen Nutzer\*innen ebenfalls zu Nutzerinnen von Informationssystemen des Gesundheitswesens werden können. Wenn funktional umfassende, intelligente Maschinen (z. B. intelligente Wohnungen und OP-Roboter) Patient\*innen mit versorgen, müssen sie bei Bedarf auch deren Befunde oder Diagnosen kennen. Oder sie müssen über eigene Beobachtungen berichten können. Daher sollten sie wie an der Versorgung beteiligte Personen Zugang zu den elektronischen Krankenakten ihrer Patient\*innen haben (vgl. ebenfalls Abschnitt 4.5 und [51], S. e18-e19).
- Rechtliche Rahmenbedingungen, die sich heute in der Regel auf die Verantwortung des Menschen konzentrieren, müssen diese neue und sicherlich auch für die Rechtsprechung herausfordernde Entwicklung berücksichtigen. Dies ist insbesondere für die in 4.3 erwähnte ethisch-rechtliche Instanz „Autonomie und Verantwortung“ von Bedeutung (vgl. hierzu z. B. die Ausführungen von Susanne Beck in [51], S. e19-e21).

- Es müssen ethische Rahmenbedingungen geschaffen werden, insbesondere im Hinblick auf die in 4.2 aufgeworfene Frage, ob Empfehlungen abgegeben werden können, um angemessene Formen des Zusammenwirkens zu erreichen und um zwar zeitgemäße, aber problematische Formen zu vermeiden, sowie im Hinblick auf die in 4.3 erwähnte ethisch-rechtliche Instanz „Individualisierung und Normierung“ (vgl. hierzu z .B. die Ausführungen von Arne Manzeschke in [51], S. e21-e22).
- Das erweiterte Zusammenwirken in Medizin und Gesundheitsversorgung muss im Einklang mit guter wissenschaftlicher Praxis beurteilt werden. In der Medizin können wir auf eine bewährte Tradition der Therapieforschung zurückgreifen, wobei kontrollierte Studien als wichtige Instanz gelten (Ausführungen hierzu folgen in Abschnitt 6).

#### **4.7. Spezifische Herausforderungen bei älteren Menschen**

Die Ausführungen über das Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz schließen Personen aller Altersgruppen mit ein. Im Hinblick auf die Gesundheitsversorgung gilt entsprechendes wie in Abschnitt 3.10 ausgeführt: Die in 2.1 aus dem Siebten Altersbericht zitierte Bedeutung für „die Erhaltung oder Wiedererlangung von Gesundheit, Selbstständigkeit und Autonomie sowie der Umgang mit chronischen Erkrankungen und Verletzlichkeit“ bei älteren und hochbetagten Personen mag hier ebenfalls eine besondere Wichtigkeit implizieren.

Auch die Untersuchungen über das Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz, an denen der Verfasser beteiligt war, haben dies bestätigt. Die in 3.10 gemachten Aussagen zu altersbedingten Funktionsdefiziten, zu chronischen Erkrankungen und zu dem Wunsch, im gewohnten Wohnumfeld bleiben zu wollen, gelten hier entsprechend.

Damit dieses Zusammenwirken passend auf ältere Personen ausgerichtet wird, wäre eine spezifisch auf die Bedürfnisse dieser Altersgruppe ausgerichtete Forschung wichtig. Ähnlich wie in der klinischen Forschung (vgl. dazu auch Abschnitt 5) sollte diese experimentell-empirisch und so weit als möglich in konkreten Lebensumgebungen erfolgen.

#### **4.8. Empfehlungen im Kontext der Thematik des Achten Altersberichts**

Die hier genannten Empfehlungen sind sicherlich auch subjektiv geprägt und sollen mit dieser Expertise letztendlich zur Diskussion gestellt werden.

- a) Auch wenn Aspekte des Zusammenwirkens von natürlicher und künstlicher Intelligenz eher langfristig die Gesundheitsversorgung verändern (und, hoffentlich, weiter verbessern) können, sollten diese Entwicklungen schon jetzt mit bedacht werden.
- b) Zu diesen Aspekten gehört, dass funktional umfassende, intelligente Maschinen als neue, zusätzliche Nutzerinnen von Informationssystemen zu berücksichtigen sind und dass intelligente Wohnungen als Dienerinnen der Bewohner\*innen betrachtet werden sollten, jeweils mit entsprechenden Aufgaben in der Gesundheitsversorgung von Personen.
- c) Schon jetzt wäre es wichtig, Empfehlungen auszuarbeiten, wie angemessene Formen des Zusammenwirkens erreicht, und wie zwar zeitgemäße, aber problematische Formen zu vermeiden werden könnten.

- d) Ebenfalls schon jetzt sollte das Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz langfristig empirisch untersucht werden, um auf solider empirischer (was ist tatsächlich möglich und relevant), wissenschaftlicher Grundlage adäquate rechtliche Rahmenbedingungen und ethische Leitlinien im Kontext dieses erweiterten Zusammenwirkens erarbeiten zu können.
- e) Auch wenn es in dieser Expertise um informationstechnische Aspekte geht – in diesem Abschnitt im Hinblick auf das Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz –, sei darauf hingewiesen, dass auch hier ethische, soziale und rechtliche Aspekte mit zu bedenken sind, u. a. die in der vorangehenden Empfehlung genannten.

## **5. Konsequenzen für die Evaluation**

### **5.1. Zum erweiterten Gegenstandsbereich einer wissenschaftlich fundierten Evaluation in der Gesundheitsversorgung**

Aus dem in den Abschnitten 3 und 4 vorgeschlagenen Paradigmenwechsel ergeben sich auch Konsequenzen in der Evaluation.<sup>18</sup> Es ist dem Verfasser wichtig, nochmals auf die seines Erachtens sehr erfolgreiche Evaluationsmethodik in der Medizin einzugehen und diese auch mit Beispielen zu erläutern. Dies, um anschließend begründet empfehlen zu können, dass diese Evaluationsmethodik auch außerhalb der klassischen Therapieforschung angewandt werden sollte, beispielsweise bei der Bewertung assistierender Gesundheitstechnologien oder anderer digitaler Diagnostika und Therapeutika sowie bei der Bewertung des Zusammenwirkens von natürlicher und künstlicher Intelligenz, dort etwa bei der Untersuchung der diagnostischen Relevanz oder der therapeutischen Wirksamkeit intelligenter Wohnungen.

### **5.2. Evaluationsmethodik in der Medizin**

In der auf den/die Patient\*in und auf Gesundheitsversorgung ausgerichteten „klinischen Medizin“ hat sich die Vorgehensweise zur Bewertung von Gesundheit in den vergangenen Jahrzehnten erheblich weiterentwickelt. Dabei entstand eine spezielle Evaluationsmethodik, die heute dem Fachgebiet „Medizinische Biometrie“ bzw. „Medizinische Statistik“ zugeordnet werden kann. Evaluation in der klinischen Medizin ist auf den Menschen, besonders auf den/die Patient\*in, ausgerichtet. Sie schließt die Bewertung von Technik mit ein, falls diese Teil der Gesundheitsversorgung ist.

Aufgrund der Komplexität des Menschen spielen empirische Evaluationsansätze eine wichtige Rolle. Dies aufgrund der folgenden, bis heute geltenden Begründung: „Jeder Mensch ist einmalig [...]. Deshalb können wir nicht erwarten, dass diagnostische Verfahren immer den richtigen Befund liefern und Therapien immer gleich wirken“ ([53], S. 5).

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts etablierte sich eine auf den fairen Vergleich basierende Therapieforschung mittels kontrollierter klinischer Studien, die in erheblichem Maße zum

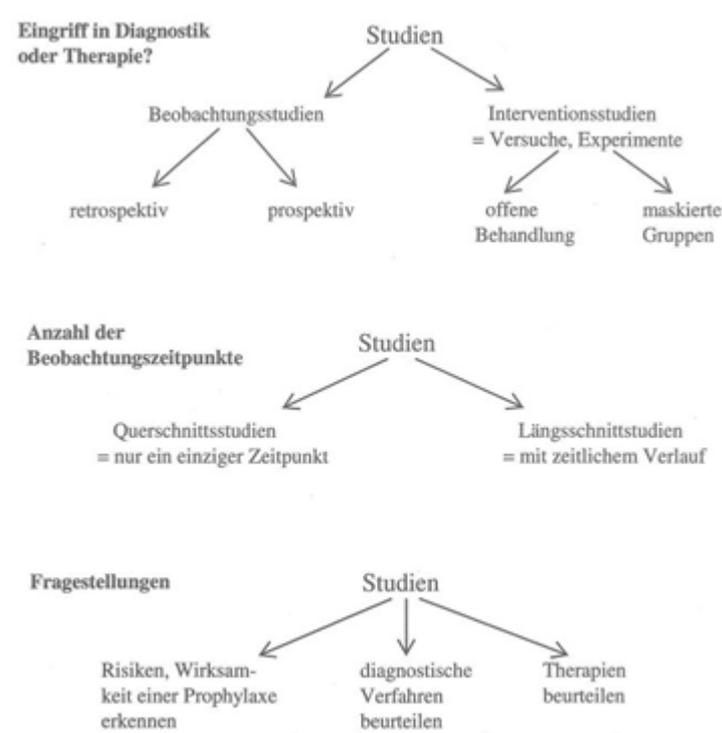
---

<sup>18</sup> Die nachfolgenden Abschnitte stammen aus einer Ausarbeitung, die der Verfasser anlässlich des in Abschnitt 4.1 erwähnten SYnENZ-Symposiums ([44]) geschrieben und darüber vorgetragen hatte und die für diese Expertise etwas angepasst wurde.

medizinischen Fortschritt, wie wir ihn heute kennen, beitrug. Grundvoraussetzung des fairen Vergleichs ist die sogenannte Strukturgleichheit: Bis auf die zu untersuchenden Therapien sollen alle anderen Eigenschaften von Patient\*innen, die den Therapieerfolg beeinflussen könnten, ob bekannt oder unbekannt, in den jeweiligen Therapiegruppen möglichst gleich verteilt sein ([54], S. 231). Die Randomisation, die streng zufällige Zuteilung von Patient\*innen zu Therapien, entwickelte sich aus guten Gründen zur Methode der Wahl für diesen fairen Vergleich. Eine systematische Planung von Studien, formale Methoden (insbesondere statistische Hypothesen-Tests) und rechnerbasierte Auswertungssysteme trugen zu diesem Fortschritt bei.

Eine Typisierung klinischer Studien, wie sie von Gaus und Muche in [53] vorgeschlagen werden, ist in Abbildung 10 dargestellt. Kontrollierte klinische Studien sind dort unter dem Kriterium „Eingriff in Diagnostik und Therapie“ als „Interventionsstudien“ und unter dem Kriterium „Fragestellungen“ als „Therapien beurteilen“ eingeordnet. Für die Planung, Durchführung und Auswertung klinischer Studien, die gerade bei Therapiestudien ja Experimente am Menschen sind, gelten u. a. strenge ethische Kriterien, für die die Deklaration von Helsinki ([55]) eine wichtige Grundlage bildet.

Abbildung 10: Typen klinischer Studien anhand von drei Einteilungskriterien



Quelle: [53], S. 38.

Anhand des Beispiels der CAO/ARO/AIO-04-Studie ([56]), soll das Prinzip kontrollierter klinischer Studien verdeutlicht werden. Das Beispiel verdankt der Verfasser Olaf Gefeller, in dessen Institut die biometrische Studienplanung und Datenanalyse durchgeführt wurde. Die Darstellung ist vereinfacht.

### **Beispiel 1: CAO/ARO/AIO-04 Studie**

Die CAO/ARO/AIO-04-Studie diente der Untersuchung der Hypothese, ob bei Patient\*innen mit fortgeschrittenem Rektumkarzinom die bisher etablierte Kombinationstherapie aus Bestrahlung, Chemotherapie und Operation – nachfolgend Verum genannt – oder eine Therapie, bei der zusätzlich das Medikament Oxaliplatin gegeben wird – nachfolgend Novum genannt –, überlegen ist. Zugelassen wurde die Studie von der Ethikkommission der Universität Erlangen.

In dieser zweiarmigen, multizentrischen klinischen Phase-III-Studie wurden zwischen 2006 und 2010 in 88 beteiligten Zentren Patient\*innen rekrutiert und untersucht. Patient\*innen, die nach ihrer Zustimmung in die Studie aufgenommen werden konnten, mussten mindestens 18 Jahre alt sein und ein histologisch gesichertes, fortgeschrittenes, primäres Rektumkarzinom haben.

Die Randomisierung erfolgte geschichtet nach Schweregraden und Zentren. Primärer Endpunkt für einen Therapieerfolg war das dreijährige krankheitsfreie Überleben. Der Berechnung des Stichprobenumfangs lag zugrunde, dass die neue Therapie die bisherige 3-Jahres-Überlebensrate von 75 Prozent auf mindestens 82 Prozent erhöhen sollte. Bei einem Signifikanzniveau von 5 Prozent (Wahrscheinlichkeit für den sog. Fehler 1. Art ( $\alpha$ ), aufgrund der Stichprobe von Patient\*innen Unterschiede nicht zu erkennen, obwohl sie in Wirklichkeit vorhanden sind) und bei einer Trennschärfe von 80 Prozent (damit bei einer Wahrscheinlichkeit von 20 Prozent für den sogenannten Fehler 2. Art ( $\beta$ ), aufgrund der Stichprobe von Patient\*innen Unterschiede anzunehmen, obwohl sie in Wirklichkeit gar nicht vorhanden sind), wurde ein notwendiger Stichprobenumfang von 1200 Patient\*innen berechnet. Als statistischer Test wurde ein geschichteter Log-Rank-Test (geschichtet nach Zentren und Schweregraden) verwendet. Die Null-Hypothese lautete, dass zwischen Verum und Novum keine Unterschiede im Hinblick auf das dreijährige krankheitsfreie Überleben zu erkennen sind. Die Alternativ-Hypothese war, dass die neue Therapie der bisher etablierten Therapie überlegen ist.

Von den zwischen 2006 und 2010 rekrutierten 1265 Patient\*innen konnten 1236 ausgewertet werden: 613 in der Verum-Gruppe, 623 in der Novum-Gruppe. In der Novum-Gruppe lag die krankheitsfreie Überlebensrate bei 75,9 Prozent während sie in der Verum-Gruppe bei 71,2 Prozent lag. Die Alternativhypothese war anzunehmen.

Das klare Ergebnis einer signifikanten Verbesserung im Hinblick auf das dreijährige krankheitsfreie Überleben in der Gruppe, die eine Kombinationstherapie erhielt, bei der zusätzlich Oxaliplatin gegeben wurde, hatte erhebliche Beachtung gefunden. Die klinischen Leitlinien zur Behandlung von Patienten mit Rektumkarzinom wurden nach dieser Studie entsprechend geändert.

### **5.3. ... und ihr Potential für Evaluationen der Gesundheitsversorgung im Zeitalter der Digitalisierung**

In Abschnitt 5.2 wurde beschrieben, wie in der klinischen Forschung Evaluationen über Studien durchgeführt werden, mit kontrollierten Studien als der „Gold-Standard“. Der Verfasser empfiehlt nachdrücklich, diesen Evaluationsansatz auch bei Fragen bestmöglicher Diagnostik und Therapie, Prävention und Nachsorge bei der in Abschnitt 3 skizzierten personenzentrierten Gesundheitsversorgung im Zeitalter der Digitalisierung und bei den in Abschnitt 4 beschriebenen Möglichkeiten des erweiterten Zusammenwirkens von natürlicher und künstlicher Intelligenz anzuwen-

den. Dies, wie zu Beginn erwähnt, auch bei der Bewertung assistierender Gesundheitstechnologien oder anderer digitaler Diagnostika und Therapeutika oder bei der Untersuchung der diagnostischen Relevanz oder der therapeutischen Wirksamkeit intelligenter Wohnungen.

Zwei Studien sollen exemplarisch verdeutlichen, dass dies möglich ist. Auch diese werden wieder vereinfacht dargestellt. In diesen Studien war das Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik die verantwortliche Einrichtung für die Studienplanung und Datenanalyse.

### **Beispiel 2: GAL-NATARS-Studie**

In der GAL-NATARS-Studie ([48], über diese Studie wurde schon Abschnitt 4.4 berichtet) ging es um das häusliche Langzeit-Monitoring von geriatrischen Patient\*innen mit mobilitätseinschränkenden Frakturen. Primärziel war die Überprüfung der technischen Machbarkeit und die Akzeptanz technischer Assistenzsysteme, Sekundärziel die Identifikation von mittels assistiver Technologien ermittelter Risiko-Muster im häuslichen Umfeld, die unter Praxisbedingungen abgeleitet und für das geriatrische Assessment genutzt werden können. Zugelassen wurde die Studie von der Ethik-Kommission der Medizinischen Hochschule Hannover.

An dieser prospektiven multizentrischen Beobachtungsstudie waren drei geriatrische Zentren beteiligt. Aufgenommen wurden Patient\*innen mit mobilitätseinschränkenden Frakturen am Bewegungsapparat, die mindestens 70 Jahre alt waren und die einen Mini-Mental-State-Index von 20 oder mehr Punkten hatten. Bei Einwilligung der Patient\*innen wurde in deren Wohnung für drei Monate nach Entlassung aus der stationären geriatrischen Rehabilitation körper- und insbesondere raumbezogene Sensorik installiert. Zudem wurden diese Personen zusätzlich klinisch-geriatrisch untersucht.

Zwischen 2012 und 2014 wurden 24 Personen mit einem durchschnittlichen Alter von 83,5 Jahren in die Studie aufgenommen. Die Studie belegte klar die technische Machbarkeit unter Praxisbedingungen (unseres Wissens zum ersten Mal). Zudem konnte (unseres Wissens ebenfalls zum ersten Mal) gezeigt werden, dass in Wohnungen über technische Assistenzsysteme Aktivitätsmuster gemessen werden können, die neue wichtige Informationen für eine verbesserte ärztliche und pflegerische Versorgung enthielten ([45]).

### **Beispiel 3: AGT-Reha-Studie**

In der AGT-Reha-WK-Studie ([57]) wird die Frage untersucht, ob bei der poststationären Rehabilitation von Patient\*innen mit Schulterschmerzen ein neu entwickeltes digitales Therapeutikum, das sogenannte AGT-Reha-System, im Vergleich mit der bisherigen Standardnachsorge, der medizinischen Trainingstherapie (MTT), gleich wirksam oder sogar überlegen ist (primäres Studienziel). Zugelassen wurde die Studie von der Ethik-Kommission der Medizinischen Hochschule Hannover.

Nachdem eine Vorstudie (sozusagen eine Phase-II-Studie) die technische Machbarkeit von AGT-Reha gezeigt hatte, konnte mit dieser vergleichenden Therapiestudie (sozusagen eine Phase-III-Studie) im Februar 2017 begonnen werden. Sie wurde als monozentrische prospektive Nicht-Unterlegenheitsstudie angelegt. Eingeschlossen sind Patient\*innen im Alter von 18 bis 65 Jahren,

die an chronischen Schulterschmerzen (gemäß einer vorgegebenen Liste von ICD-Diagnosen) litten und die in stationärer Rehabilitation waren. Nach stationärer Entlassung erfolgte unmittelbar anschließend eine sechsmonatige Nachsorge entweder mit AGT-Reha oder mit MTT. Nach Einschluss eines/einer Proband\*in in die Studie während dessen/deren stationärer Rehabilitation erfolgte die Zuteilung des/der Rehabilitand\*in zu einer der zwei Behandlungsgruppen. Hierzu wurde der/die Rehabilitand\*in zunächst gefragt, ob er/sie eine der beiden Nachsorgeformen präferiert. Bevorzugte der/die Rehabilitand\*in keine der beiden Nachsorgeformen, erfolgte eine randomisierte Zuteilung zu einer der beiden Behandlungsgruppen.

Primäres Erfolgskriterium im Hinblick auf die Wiedererlangung der Arbeitsfähigkeit war die Bestimmung der Schulterfunktion über den Shoulder-Pain-and-Disability-Index (SPADI). Eine Stichprobenumfangsberechnung ergab, dass 42 Patient\*innen pro Therapiegruppe benötigt wurden ( $\alpha$ : 0,025,  $\beta$ : 0,2, SPADI-Differenz: 10). Als statistischer Hypothesen-Test wurde der t-Test für unabhängige Stichproben verwendet sowie ein Intervallinklusionsverfahren für die Untersuchung der Nicht-Unterlegenheit.

Diese Studie befand sich zum Zeitpunkt der Erstellung der Expertise noch in der Durchführung. Bis September 2019 wurden 69 Patient\*innen in die Studie aufgenommen, bis zu diesem Zeitpunkt konnte bei 30 Patient\*innen die Abschlussuntersuchung durchgeführt werden.

[D11]

Die Darstellung der GAL-NATARS-Studie und der AGT-Reha-Studie soll zeigen, dass auch bei dem skizzierten Paradigmenwechsel hin zu einer die informationstechnischen Möglichkeiten des digitalen Wandels nutzenden personenzentrierten Gesundheitsversorgung die in der klinischen Forschung entwickelte Evaluationsmethodik angewandt werden kann, einschließlich eines fairen Vergleichs von verschiedenen Ansätzen durch vergleichende Interventionsstudien.

Zudem muss die Einmaligkeit eines jeden Menschen ([53], S. 5) auch bei dem Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz weiterhin berücksichtigt werden. Die schon dadurch gegebene Komplexität wird noch vergrößert durch das Zusammenwirken von Menschen und funktional umfassenden, „intelligenten“ Maschinen. Eine nur auf Machbarkeit oder Einzelfalluntersuchungen, nur auf Simulation oder Vorhersagenberechnung, aber ohne vergleichende Intervention basierende Beurteilung erweiterten Zusammenwirkens würde dieser komplexen Problematik nicht gerecht werden. Wie bei den „klassischen“ kontrollierten klinischen Studien geht es hier darum, trotz komplexer Sachverhalte Entscheidungen auf wissenschaftlicher Basis herbeizuführen, dies zum Wohl des Menschen.

#### **5.4. Spezifische Herausforderungen bei älteren Menschen**

Die hier vorgeschlagenen Evaluationsansätze setzen voraus, dass die zu untersuchende Grundgesamtheit in gewisser Weise homogen ist. Ob dies bei älteren und hochbetagten Menschen auch der Fall ist, müsste jeweils geprüft werden. Bekanntermaßen „individualisieren“ sich Persönlichkeiten im Alter. Zudem sind die Lebensbedingungen unterschiedlich. Dennoch ist der Verfasser dieser Expertise davon überzeugt, dass vergleichende Studien auch hier der beste Weg sind, um zu tragfähigen Erkenntnissen zu kommen, zumal solche Variabilitäten in etwas komplexeren Studiendesigns als den hier vorgestellten weitergehend berücksichtigt werden können.

Eine weitere Herausforderung stellt die schnelle Veränderung von Technik sowie die Akzeptanz und die Art der Nutzung durch ältere und hochbetagte Menschen dar. Innovation ist zum einen vorteilhaft. Studienergebnisse zu technischen Systemen in der Gesundheitsversorgung, die aufgrund hoher Innovationsraten eine dann schon veraltete Technologie bewertet haben, sind wenig hilfreich. Hier ergeben sich neue Herausforderungen, die zu bewältigen sind und in gewisser Weise eine Gratwanderung erfordern. Und auch hier ist der Verfasser davon überzeugt, dass, wie in 5.3 beschrieben, eine nur auf Machbarkeit oder Einzelfalluntersuchungen, nur auf Simulation oder Vorhersagenberechnung, aber ohne vergleichende Intervention basierende Beurteilung dieser komplexen Problematik den älteren Menschen, denen diese Technik ja letztendlich dienen soll, nicht gerecht wird.

### **5.5. Empfehlungen im Kontext der Thematik des Achten Altersberichts**

Die hier genannten Empfehlungen sind sicherlich auch subjektiv geprägt und sollen mit dieser Expertise letztendlich zur Diskussion gestellt werden.

- a) Aus dem in den in dieser Expertise vorgeschlagenen, durch den digitalen Wandel nun möglichen Paradigmenwechsel ergeben sich Konsequenzen in der Evaluation, sowohl bei der personenzentrierten Gesundheitsversorgung als auch bei dem Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz.
- b) Bei dem skizzierten Paradigmenwechsel hin zu einer die informationstechnischen Möglichkeiten des digitalen Wandels nutzenden personenzentrierten Gesundheitsversorgung kann und sollte die in der klinischen Forschung entwickelte Evaluationsmethodik ebenfalls genutzt werden, einschließlich eines fairen Vergleichs von verschiedenen Ansätzen durch vergleichende Interventionsstudien.
- c) Dieses Zurückgreifen auf eine bewährte Evaluationsmethodik geht auch beispielsweise bei der Bewertung assistierender Gesundheitstechnologien oder anderer digitaler Diagnostika und Therapeutika oder etwa bei der Untersuchung der diagnostischen Relevanz oder der therapeutischen Wirksamkeit intelligenter Wohnungen.
- d) Eine nur auf technische Machbarkeit oder auf Einzelfalluntersuchungen, nur auf Simulation oder Vorhersagenberechnung beruhende Beurteilung diagnostischer Relevanz oder therapeutischer Wirksamkeit Beurteilung würde dieser komplexen Problematik in Medizin und Gesundheitsversorgung nicht gerecht werden. Eine auf vergleichender Intervention basierende Beurteilung sollte auch hier die Methode der Wahl sein.

## Quellen und Danksagungen

Wie in Abschnitt 1.2 erwähnt, hat der Verfasser bei der Ausarbeitung der Expertise auch auf vorhandene Quellen zurückgegriffen und, teilweise wortwörtlich, aus diesen Quellen Texte übernommen. Die Quellen sind in den einzelnen Abschnitten jeweils genannt. Auch wenn der Verfasser bei diesen Quellen entweder alleiniger Autor war oder er als Mitautor vor allem auf seine jeweiligen Ausarbeitungen zurückgegriffen hat, so hat er doch in erheblichem Maße von den jeweils beteiligten Kolleg\*innen lernen und von deren Beiträgen zu den Texten profitieren können. Hinzu kamen für die Ausarbeitung der Expertise Materialien aus seinem Unterricht.

Besonderer Dank gilt den Kolleg\*innen des Peter L Reichertz Instituts, hier insbesondere Bianca Steiner, Corinna Mielke, Jonas Schwartze, Klaus-Hendrik Wolf, Michael Marschollek und Thomas Deserno (um nur einige zu nennen, weitere Namen in [58] bei Team), den Beteiligten des früheren Niedersächsischen Forschungsverbunds „Gestaltung altersgerechter Lebenswelten“ (insbesondere Andreas Hein, Gerald Kolb, Harald Künemund, Klaus-Hendrik Wolf, Marco Eichelberg und Michael Marschollek, um nur einige zu nennen, weitere Namen in [8]), den Mitautor\*innen eines gerade in Ausarbeitung befindlichen Lehrbuchs zu Informationssystemen des Gesundheitswesens (Alfred Winter, Bianca Steiner, Elske Ammenwerth, Franziska Jahn und Michael Marschollek), den Mitautor\*innen der eHealth-Indikatoren-Studie (C.P. Wong, Christoph Lehmann, Elske Ammenwerth, Hyeoun-Ae Park, Kaija Saranto und Sabine Koch, [21]), den Vortragenden des 14. Bioethik Symposiums der BWG (Arne Manzeschke, Dominique Finas, Jochen Steil und Susanne Beck, [51]), und, nicht zuletzt, den Mitgliedern der SYnENZ-Kommission (Engel Hessel, Joachim Klein, Jochen Steil, Karsten Lemmer, Kerstin Schwabe, Klaus Gahl, Klaus-Hendrik Wolf, Lars Wolf, Marlin Ulmer, Meike Jipp, Michael Marschollek, Nicole Karafyllis, Otto Luchterhandt, Otto Richter, Ralf Kreikebohm, Rudolf Kruse, Sanaz Mostaghim, Stefan Heuser und Susanne Beck, [44]).

## 6. Literaturverzeichnis

- [1] Ammenwerth E, Haux R, Knaup-Gregori P, Winter A. IT-Projektmanagement in Krankenhaus und Gesundheitswesen, 2. Auflage. Stuttgart: Schattauer; 2015.
- [2] Winter A, Haux R, Ammenwerth E, Brigl B, Hellrung N, Jahn F. Health Information Systems – Architectures and Strategies. London: Springer; 2011.
- [3] Haux R. Health information systems - past, present, future. *Int J Med Inform.* 2006; 75: 268-81.
- [4] Haux R. Technische Systeme im Pflege- und Versorgungsmix für ältere Menschen. Expertise zum Siebten Altenbericht der Bundesregierung. Herausgegeben von J. Block, C. Hagen und F. Berner. Berlin: Deutsches Zentrum für Altersfragen; 2016.  
<https://www.siebter-altenbericht.de/expertisen-zum-siebten-altenbericht.html>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [5] Umsetzungsstrategie Digitalisierung – Umsetzungsstrategie der Bundesregierung zur Gestaltung des digitalen Wandels. 2019.  
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digital-made-in-de>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [6] Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Siebter Altenbericht.  
<https://www.siebter-altenbericht.de/der-siebte-altenbericht/>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [7] Haux R, Howe J, Marschollek M, Plischke M, Wolf KH. Health-enabling technologies for pervasive health care: on services and ICT architecture paradigms. *Inform Health Soc Care.* 2008; 33: 77–89.
- [8] Haux R, Hein A, Kolb G, Künemund H, Eichelberg M, Appell JE, Appelrath HJ, Bartsch C, Bauer JM, Becker M, Bente P, Bitzer J, Boll S, Büsching F, Dasenbrock L, Deparade R, Depner D, Elbers K, Fachinger U, Felber J, Feldwieser F, Forberg A, Gietzelt M, Goetze S, Gövercin M, Helmer A, Herzke T, Hesselmann T, Heuten W, Huber R, Hülksen-Giesler M, Ja-cobs G, Kalbe E, Kerling A, Klingeberg T, Költzsch Y, Lammel-Polchau C, Ludwig W, Marschollek M, Martens B, Meis M, Meyer EM, Meyer J, Meyer Zu Schwabedissen H, Moritz N, Müller H, Nebel W, Neyer FJ, Okken PK, Rahe J, Remmers H, Rölker-Denker L, Schilling M, Schöpke B, Schröder J, Schulze GC, Schulze M, Siltmann S, Song B, Spehr J, Steen EE, Steinhagen-Thiessen E, Tanschus NM, Tegtbur U, Thiel A, Thoben W, van Hengel P, Wabnik S, Wegel S, Wilken O, Winkelbach S, Wist T, Wolf KH, Wolf L, Zokoll-van der Laan M; Lower Saxony Research Network GAL. Information and communication technologies for promoting and sustaining quality of life, health and self-sufficiency in ageing societies –outcomes of the Lower Saxony Research Network Design of Environments for Ageing (GAL). *Inform Health Soc Care.* 2014; 39: 166-87.
- [9] Haux R, Hein A, Kolb G, Künemund H, Eichelberg M. (Guest Editors). Ageing and Technology: Outcomes of the Lower Saxony Research Network Design of Environments for Ageing. *Inform Health Soc Care.* 2014; 39: 161-318.
- [10] Haux R, Hein A, Kolb G, Künemund H, Eichelberg M. Five years of interdisciplinary research on ageing and technology: Outcomes of the Lower Saxony Research Network Design of Environments for Ageing (GAL) – an introduction to this Special Issue on Ageing and Technology. *Inform Health Soc Care.* 2014; 39:161-5.
- [11] Scheer AW, Wahlster W. Saarbrücker Manifest für einen Digitalisierungsruck in Deutschland. November 2016. [https://www.scheer-group.com/Scheer/uploads/2016/11/Scheer\\_Saarbrücker-Manifest.pdf](https://www.scheer-group.com/Scheer/uploads/2016/11/Scheer_Saarbrücker-Manifest.pdf). Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [12] Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution 70/1 Adopted by the United Nation's General Assembly on 25 September 2015.  
[http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E). Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.

- [13] International Telecommunication Union. Measuring the Information Society Report 2018. Volume 1. Genf: ITU; 2018.  
<https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/misr2018.aspx>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [14] International Telecommunication Union. Measuring the Information Society Report 2018. Volume 2. ICT Country Profiles. Genf: ITU; 2018.  
<https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/misr2018.aspx>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [15] Martin-Sanchez FJ, Lopez-Campos GH. The New Role of Biomedical Informatics in the Age of Digital Medicine. *Methods Inf Med.* 2016; 55: 392-402.
- [16] Shortliffe EH. Digital Medicine and Biomedical Informatics: What's in a Name? *Methods Inf Med.* 2016; 55: 389-91.
- [17] Al-Shorbaji N, Bellazzi R, Gonzalez Bernaldo de Quiros F, Koch S, Kulikowski CA, Lovell NH, Maojo V, Park HA, Sanz F, Sarkar IN, Tanaka H. Discussion of "The New Role of Biomedical Informatics in the Age of Digital Medicine". *Methods Inf Med.* 2016; 55: 403-21.
- [18] Haux R, Ammenwerth E, Herzog W, Knaup P. Health care in the information society. A prognosis for the year 2013. *Int J Med Inform.* 2002; 66: 3-21.
- [19] Knaup P, Ammenwerth E, Dujat C, Grant A, Hasman A, Hein A, Hochlehnert A, Kulikowski C, Mantas J, Maojo V, Marschollek M, Moura L, Plischke M, Röhrig R, Stausberg J, Takabayashi K, Uckert F, Winter A, Wolf KH, Haux R. Assessing the prognoses on Health care in the information society 2013 - thirteen years after. *J Med Syst.* 2014; 38: 73.
- [20] World Health Organization. Global Observatory for eHealth. <http://www.who.int/goe/en/>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [21] Haux R, Ammenwerth E, Koch S, Lehmann CU, Park HA, Saranto K, Wong CP. A Brief Survey on Six Basic and Reduced eHealth Indicators in Seven Countries in 2017. *Appl Clin Inform.* 2018; 9: 704-13.
- [22] eHealth-Studie: Deutschland und Österreich haben Nachholbedarf. Presseinformation der TU Braunschweig am 25.9.2018. <https://magazin.tu-braunschweig.de/pi-post/ehealth-studie-deutschland-und-oesterreich-haben-nachholbedarf/>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [23] Ammenwerth E, Duftschmid G, Al-Hamdan Z, Bawadi H, Cheung NT, Goldfarb G, Gülkesen KH, Harel N, Kimura M, Kirca Ö, Kondoh H, Koch S, Lewy H, Mize D, Palojoki S, Park HA, Pearce C, Quirós FGB, Saranto K, Seidel C, Vimarlund V, Were MC, Westbrook J, Wong CP, Haux R, Lehmann CU. International comparison of six basic eHealth indicators across 14 countries: An eHealth benchmarking study. *Methods Inf Med.* 2020; 59: e46-e63.
- [24] Haux R. Medical Informatics: Past, Present, Future. *Int J Med Inform.* 2010; 79: 599-610.
- [25] Medizininformatik Initiative. Nationales Steuerungsgremium. <https://www.medizininformatik-initiative.de/de/zusammenarbeit/nationales-steuerungsgremium>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [26] Medizininformatik Initiative. Arbeitsgruppe Interoperabilität. <https://www.medizininformatik-initiative.de/de/zusammenarbeit/arbeitsgruppe-interoperabilitaet>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [27] Haux R, Koch S, Lovell NH, Marschollek M, Nakashima N, Wolf KH. Health-Enabling and Ambient Assistive Technologies: Past, Present, Future. *Yearb Med Inform.* 2016: S76-91.
- [28] Martin-Sanchez F, Gray K, Bellazzi R, Lopez-Campos G. Exposome Informatics: Considerations for the Design of Future Biomedical Research Information Systems. *J Am Med Inform Assoc.* 2014; 21: 386-90.
- [29] Arnrich B, Mayora O, Bardram J, Tröster G. Pervasive Healthcare: Paving the Way for a Pervasive, User-centered and Preventive Healthcare Model. *Methods Inf Med.* 2010; 49: 67-73.

- [30] Remagnino P, Foresti GL. Ambient Intelligence: a New Multidisciplinary Paradigm. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.* 2005; 9: 1-6.
- [31] Fardoun HM, Mashat AS, Lange B. New Methodologies for Patients Rehabilitation. *Methods Inf Med.* 2015; 54: 111-3.
- [32] Oberg PA, Togawa T, Spelman FA. *Sensors in Medicine and Health Care.* Weinheim: Wiley-VCH; 2004.
- [33] Khusainov R, Azzi D, Achumba IE, Bersch SD. Real-time Human Ambulation, Activity, and Physiological Monitoring: Taxonomy of Issues, Techniques, Applications, Challenges and Limitations. *Sensors.* 2013; 13: 12852-902
- [34] Marschollek M, Rehwald A, Wolf KH, Gietzelt M, Nemitz G et al. Sensors vs. Experts - a Performance Comparison of Sensor-based Fall Risk Assessment vs. Conventional Assessment in a Sample of Geriatric Patients. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2011; 11: 48.
- [35] Schwickert L, Becker C, Lindemann U, Maréchal C, Bourke A, Chiari L et al.; FARSEEING Consortium and the FARSEEING Meta Database Consensus Group. Fall Detection with Body-worn Sensors: a Systematic Review. *Z Gerontol Geriatr.* 2013; 46: 706-19.
- [36] Chan M, Estève D, Escriba C, Campo E. A Review of Smart Homes - Present State and Future Challenges. *Comput Methods Programs Biomed.* 2008; 91: 55-81.
- [37] Ludwig W, Wolf KH, Duwenkamp C, Gusew N, Hellrung N, Marschollek M, Wagner M, Haux R. Health-enabling Technologies for the Elderly - an Overview of Services Based on a Literature Review. *Comput Methods Programs Biomed.* 2012; 106: 70-8.
- [38] Knaup P, Schöpe L. Using Data from Ambient Assisted Living and Smart Homes in Electronic Health Records. *Methods Inf Med.* 2014; 53: 149-51.
- [39] Haux R, Marschollek M, Wolf KH. Some Thoughts on Personal Living Environments as New Diagnostic and Therapeutic Areas. *Stud Health Technol Inform.* 2013; 190: 8-12.
- [40] Haux R. My Home Is My Hospital on Recent Research on Health-Enabling Technologies. *Stud Health Technol Inform.* 2016; 226: 3-8.
- [41] Al-Shorbaji N, Haux R, Krishnamurthy R, Marschollek M, Mattfeld DC, Bartolomeos K, Reynolds TA. Road Traffic Related Injury Research and Informatics. New Opportunities for Biomedical and Health Informatics as a Contribution to the United Nations' Sustainable Development Goals? *Methods Inf Med.* 2015; 54: 474-6.
- [42] Wang J, Warnecke JM, Deserno TM. The Vehicle as a Diagnostic Space: Efficient Placement of Accelerometers for Respiration Monitoring During Driving. *Stud Health Technol Inform.* 2019; 258: 206-210.
- [43] Wang J, Warnecke JM, Hagi M, Deserno TM. Unobtrusive Health Monitoring in Private Spaces: The Smart Vehicle. *Sensors.* 2020; 20: 2442.
- [44] Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz. 1. BWG-Symposium über das erweiterte Zusammenwirken lebender und nicht lebender Entitäten im Zeitalter der Digitalisierung, 14.-15.2.2019, Braunschweig. <http://bwg-nds.de/kommissionen/kommission-synenz/>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [45] Haux R. Some Thoughts on Extended Collaboration of Entities with Natural and with Artificial Intelligence in Health Care and Beyond. *Stud Health Technol Inform.* 2019; 262: 1-6.
- [46] Tagungsankündigung: Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz. *Magazin der TU Braunschweig.* <https://magazin.tu-braunschweig.de/event/synenz-zusammenwirken-von-natuerlicher-und-kuenstlicher-intelligenz/>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [47] Marschollek M, Becker M, Bauer JM, Bente P, Dasenbrock L, Elbers K, Hein A, Kolb G, Künemund H, Lammel-Polchau C, Meis M, Meyer Zu Schwabedissen H, Remmers H, Schulze M, Steen EE, Thoben W, Wang J, Wolf KH, Haux R. Multimodal Activity Monitoring for Home Rehabilitation of Geriatric Fracture Patients – Feasibility and Acceptance of Sensor Systems in the GAL-NATARS Study. *Inform Health Soc Care.* 2014; 39: 262-71.

- [48] Wang J, Bauer J, Becker M, Bente P, Dasenbrock L, Elbers K, Hein A, Kohlmann M, Kolb G, Lammel-Polchau C, Marscholke M, Meis M, Remmers H, zu Schwabedissen HM, Schulze M, Steen EE, Haux R, Wolf KH. A Novel Approach for Discovering Human Behavior Patterns Using Unsupervised Methods. *Z Gerontol Geriatr.* 2014; 47: 648-60.
- [49] Schrom H, Schwartze J, Diekmann S. Building Automation by an Intelligent Embedded Infrastructure, 2017 International Smart Cities Conference, 1-4, Wuxi, 2017.
- [50] Mielke C, Voss T, Haux R. Residence as a Diagnostic and Therapeutic Area – A Smart Home Approach. *Stud Health Technol Inform.* 2017; 238: 92-5.
- [51] Steil J, Finas D, Beck S, Manzeschke A, Haux R. Robotic Systems in Operating Theaters: New Forms of Team-Machine Interaction in Health Care. *Methods Inf Med.* 2019; 58: e14-e25.
- [52] Schwartze J. Ein konzeptueller Rahmen zur Einbindung der Wohnung in patientenzentrierte Versorgungsprozesse des Gesundheitswesens: Analyse, Lösungsstrategien und exemplarische Realisierung mittels assistierender Gesundheitstechnologien. TU Braunschweig, 2020. [https://publikationsserver.tu-braunschweig.de/receive/dbbs\\_mods\\_00068103](https://publikationsserver.tu-braunschweig.de/receive/dbbs_mods_00068103). Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [53] Gaus W, Muche R. *Medizinische Statistik.* Stuttgart: Schattauer; 2013.
- [54] Leiner F, Gaus W, Haux R, Knaup P, Pfeiffer KP, Wagner J. *Medizinische Dokumentation,* 6. Auflage. Stuttgart: Schattauer; 2012.
- [55] World Medical Association. Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. Adopted 1964, last amendment 2013. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>. Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.
- [56] Rödel C, Graeven U, Fietkau R, Hohenberger W, Hothorn T, Arnold D, Hofheinz RD, Ghadimi M, Wolff HA, Lang-Welzenbach M, Raab HR, Wittekind C, Ströbel P, Staib L, Wilhelm M, Grabenbauer GG, Hoffmanns H, Lindemann F, Schlenska-Lange A, Folprecht G, Sauer R, Liersch T; German Rectal Cancer Study Group. Oxaliplatin Added to Fluorouracil-based Preoperative Chemoradiotherapy and Postoperative Chemotherapy of Locally Advanced Rectal Cancer (the German CAO/ARO/AIO-04 Study): Final Results of the Multicentre, Open-label, Randomised, Phase 3 Trial. *Lancet Oncol.* 2015; 16: 979-89.
- [57] Wolf, K.-H. et al.; Studiengruppe AGT-Reha (2016). Evaluation der Wirksamkeit und Kosten der poststationären häuslichen Tele-Rehabilitation mit AGT-Reha im Vergleich zur Medizinischen Trainingstherapie. Bericht mit Studienplan.
- [58] Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover. [www.plri.de](http://www.plri.de). Zuletzt zugegriffen am 14. Mai 2020.

## **Informationstechnische Aspekte neuer Lebensweisen und Versorgungsformen bei älteren Menschen im Zeitalter der Digitalisierung. Lebenswelten, personenzentrierte Gesundheitsversorgung, Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz, Anforderungen an die Evaluation**

Prof. Dr. Reinhold Haux, Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover

Die Expertise wurde im Juli 2019 in Auftrag gegeben und im September 2019 eingereicht. Das Jahr der Veröffentlichung ist 2020.

---

### **Expertisen zum Achten Altersbericht der Bundesregierung**

Herausgegeben von

Christine Hagen, Cordula Endter und Frank Berner  
mit Unterstützung von Angela Braasch und Maja Ahlswede

Geschäftsstelle für die Altersberichte der Bundesregierung  
Deutsches Zentrum für Altersfragen  
Manfred-von-Richthofen-Str. 2  
12101 Berlin

Mail: [geschaeftsstelle@dza.de](mailto:geschaeftsstelle@dza.de)

Die Erstellung der Expertisen für die Altersberichte der Bundesregierung und die Geschäftsstelle für die Altersberichte werden gefördert vom Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ).



Wir empfehlen die folgende Zitierweise für dieses Dokument:

Haux, R. (2020): Informationstechnische Aspekte neuer Lebensweisen und Versorgungsformen bei älteren Menschen im Zeitalter der Digitalisierung. Lebenswelten, personenzentrierte Gesundheitsversorgung, Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz, Anforderungen an die Evaluation. Herausgegeben von C. Hagen, C. Endter und F. Berner. Berlin: Deutsches Zentrum für Altersfragen.