

Aus dem
CharitéCentrum für Innere Medizin mit Gastroenterologie und Nephrologie
Klinik für Geriatrie und Altersmedizin
Direktorin: Prof. Dr. Ursula Müller-Werdan

Habilitationsschrift

Digitale Lösungen für das Gesundheits- und Krankheitsmanagement älterer Menschen – Effektivität, Usability und Akzeptanz

zur Erlangung der Lehrbefähigung für das Fach Gesundheitswissenschaften

vorgelegt dem Fakultätsrat der Medizinischen Fakultät
Charité - Universitätsmedizin Berlin

Von

Dr. rer. medic. Anika Heimann-Steinert (geb. Steinert), M.Sc.

Eingereicht:	Oktober 2021
Dekan:	Prof. Dr. med. Axel R. Pries
1. Gutachter/in:	Prof. Dr. Hans-Werner Wahl, Heidelberg
2. Gutachter/in:	Prof. Dr. Patrick Jahn, Hall

Inhalt

1	Hintergrund	3
1.1	Demografische Entwicklung.....	3
1.2	Digitaler Wandel im Gesundheitswesen	5
1.3	Stand der Forschung	6
1.3.1	Digitale Lösungen im Bereich (Primär-)Prävention und Gesundheitsförderung.....	7
1.3.2	Technologien im Bereich Diagnostik.....	9
1.3.3	Technologien im Bereich Therapie	11
1.4	Fragestellung	14
2	Eigene Arbeiten	15
2.1	Vergleich verschiedener Aktivitätstracker für ältere Menschen und Präferenzen der Zielgruppe.....	15
2.2	Ein technisch unterstütztes Fitnessprogramm zur Förderung der körperlichen Aktivität älterer Menschen	27
2.3	Verwendung Tablet-gestützter neuropsychologischer Testverfahren in der Diagnostik.....	37
2.4	Verwendung eines SmartPens zur Durchführung kognitiver Testverfahren mit älteren Menschen	52
2.5	Verwendung einer Smartphone App zum Krankheitsmanagement bei Fettstoffwechselstörungen	63
2.6	Verwendung einer Smartphone-App zur Ermittlung des Sturzrisikos	74
3	Übergreifende Diskussion.....	82
3.1	Erkenntnisse im Bereich der Prävention	82
3.2	Erkenntnisse im Bereich der Diagnostik	84
3.3	Erkenntnisse im Bereich der Therapie	85
3.4	Zusammenführung und Ausblick	87
4	Zusammenfassung.....	92
5	Literatur	94
6	Danksagung	109
7	Eidesstattliche Erklärung	110

1 Hintergrund

Gesamtgesellschaftlich wird davon gesprochen, dass in den letzten Jahren ein Wandel von einer Industriegesellschaft zu einer Informationsgesellschaft stattfindet (Pfannstiel et al., 2019). Mit Blick auf das Gesundheitswesen sind derzeit zwei spannende große Entwicklungsstränge zu beobachten: (1) der Demografische Wandel mit den Facetten der immer älter werdenden Bevölkerung und niedrigen Geburtenraten und (2) die Digitalisierung in allen Bereichen des Gesundheitswesens.

1.1 Demografische Entwicklung

2020 lebten 83,1 Millionen Menschen in Deutschland. Etwa ein Drittel der deutschen Gesamtbevölkerung macht die Altersgruppe der 40- bis 60-Jährigen aus, während knapp jede/r Fünfte in Deutschland zwischen 60 und 80 Jahren alt ist. Somit sind beide Alterskohorten prozentual betrachtet größer als die Gruppe der unter 20-Jährigen (Statistisches Bundesamt, 2021d, 2021b). Diese Entwicklung ist, bei der Betrachtung der Veränderungen der gesellschaftlichen Bevölkerungsstruktur über die letzten 30 Jahre, wenig überraschend. Dabei konnte beobachtet werden, dass die Gruppe der über 65-Jährigen zunehmend anwächst. So betrug die Anzahl der 60- bis 80-Jährigen 1991 in Deutschland etwa 12 Millionen. 2020 lag dieselbe Bevölkerungsgruppe bei über 18 Millionen, was einem prozentualen Anstieg von 7% entspricht (Statistisches Bundesamt, 2020a). In diesem Zusammenhang sollte auch die Gruppe mit dem größten Wachstum erwähnt werden. Hierbei handelt es sich um die über 85-Jährigen. Die Gruppe der Hochaltrigen hat sich im Zeitraum von 1991 bis 2020 nahezu verdoppelt (Statistisches Bundesamt, 2020a).

In Deutschland findet somit eine andauernde Veränderung der gesellschaftlichen Alterszusammensetzung statt. Diesen andauernden Prozess bezeichnet man als Demographischen Wandel (Pack et al., 2000) und hängt im Allgemeinen von drei Faktoren ab: Fertilität, Mortalität und Migration (Kreyenfeld & Krapf, 2013). Die Geburtenziffern lassen sich im Allgemeinen durch zwei Trends beschreiben. Seit 1968 nimmt die Fertilitätsrate zunehmend ab, während eine altersstrukturelle Veränderung der Frauen zu beobachten ist, bei dem das Durchschnittsalter in dem Frauen Kinder bekommen stetig ansteigt (Pötzsch, 2018; Statistisches Bundesamt, 2021d). Diese Entwicklungen sind jedoch nicht deterministisch. So konnte zum Beispiel seit 2012 ein geringer Anstieg in der

Kohortenfertilität verzeichnet werden, der sich tendenziell bis 2020 fortgeführt hat (Pötzsch, 2018; Statistisches Bundesamt, 2021d).

Den sinkenden bzw. konstant bleibenden Geburtenraten stehen jedoch massive Veränderungen in der durchschnittlichen Lebenserwartung entgegen. Diese hat im Laufe des letzten Jahrhunderts massiv zugenommen, was sich auf die besser werdenden Lebensumstände, Hygiene- und Ernährungsstandards als auch auf die Wohnsituation zurückführen lässt (Statistisches Bundesamt, 2021d). Die durchschnittliche Lebenserwartung liegt bei neugeborenen Jungen in Deutschland bei etwa 78,6 Jahren und bei Mädchen bei 83,4 Jahren (Statistisches Bundesamt, 2021d). Weitere Annahmen und Prognosen der koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung der statistischen Ämter des Bundes gehen von einem weiteren Zuwachs in der durchschnittlichen Lebenserwartung aus (Statistisches Bundesamt, 2018).

In Deutschland treffen somit geringe Fertilitätsraten auf sehr hohe Lebenserwartungen. Im Regelfall würde dies mit einem Altern und Rückgang der Gesamtbevölkerung einhergehen. Jedoch führten die starken Zuwanderungsraten in Deutschland seit 2012 zu einer altersstrukturellen gesellschaftlichen Verjüngung als auch zur Aufrechterhaltung der Bevölkerungszahl (Statistisches Bundesamt, 2018, 2021d, 2021c).

Zusammengefasst zeichnet sich der Demographische Wandel in Deutschland primär durch ein überproportionales Anwachsen der älteren, nicht-erwerbstätigen Bevölkerungskohorten und einem stetig steigenden Altenquotienten aus. Der Altersquotient ist hierbei ein Maß für das Verhältnis zwischen den Personen im Rentenalter und Personen im erwerbsfähigen Alter (Statistisches Bundesamt, 2021a). Ein hoher Altenquotient induziert somit auch einen höheren Anteil an Senior*innen. Diese demographischen Entwicklungen und gesamtgesellschaftlichen Transformationsprozesse gehen mit einer Reihe von Chancen und Herausforderungen einher.

Dazu gehören die adäquate Erkennung und Adressierung altersspezifischer Veränderungen und Bedürfnisse. Als Folge des Alterungsprozesses müssen eine Reihe von sensorischen, körperlichen als auch motorischen Veränderungen und Einschränkungen berücksichtigt werden. Zunehmendes Alter geht beispielsweise mit einer Reduktion bzw. Einschränkung der Gedächtnisleistung (Craik, 2000; Prull et al., 2000), der sensorischen Modalitäten wie das

Hören und Sehen (Nusbaum, 1999) und der allgemeinen Muskulatur (Nair, 2000) einher. Damit erhöht sich das Risiko für chronische Erkrankungen (Hessel et al., 2000), Verletzungen oder Stürze, die häufig zu schwerwiegenden Konsequenzen und Einschränkungen in der Autonomie und der Lebensführung führen (Bloch et al., 2013; Cruz & Leite, 2018; Dionyssiotis, 2012; Erlandson et al., 2019; Inouye et al., 2009; Peel, 2011). Zusätzlich geht eine Veränderung der Altersstruktur auch mit einer Diversifizierung bestehender Lebensformen und Lebensstilen einher (Kreyenfeld & Krapf, 2013; Statistisches Bundesamt, 2021d). Mit steigendem Alter steigt jedoch auch die Wahrscheinlichkeit, dass (teil-)stationäre Pflege oder weitere medizinisch-ärztliche Leistungen in Anspruch genommen werden müssen (R. Müller, 2006; Nowossadeck, 2013). Im Anbetracht der überproportionalen Zunahme von Senior*innen in Deutschland in Kombination mit einem stetig steigenden Altersquotienten muss mit zunehmenden immensen wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und sozialen Kosten gerechnet werden (Nowossadeck, 2013; Statistisches Bundesamt, 2021d). Gleichzeitig müssen ausreichend Angebote der Gesundheitsversorgung und der Pflege für eine immer größer werdende Bevölkerungskohorte bereitgestellt werden, sodass die medizinischen, sozialen und psychologischen Bedürfnisse der Senior*innen befriedigt werden können.

1.2 Digitaler Wandel im Gesundheitswesen

Während sich die nationale Demographie stetig verändert, sind zeitgleich weitere globale Entwicklungstrends zu beobachten. Insbesondere die Digitalisierung, die eine branchenübergreifende Konnektivität und ein Internet der Dinge ermöglicht, hat innerhalb weniger Jahre die gesellschaftliche Prozesse vom Privaten bis hin zum Professionellen maßgeblich verändert und umstrukturiert (Bengler & Schmauder, 2016; Hill, 2017; Wittmer & Linden, 2017). Im Jahr 2020 gaben bereits 88% der Personen in Deutschland an das Internet zu nutzen (Initiative D21 e.V, 2021).

Die Digitalisierung birgt zumindest aus theoretischer Perspektive eine Myriade an möglichen Chancen, Entwicklungen und Potentialen für alle Bevölkerungsgruppen (Azzopardi-Muscat et al., 2019; Bengler & Schmauder, 2016; Hill, 2017; Wittmer & Linden, 2017). Moderne Technologien wie Informations- und Kommunikationstechnologien, assistive Technologien, robotische und sensorische Systeme sowie künstliche Intelligenz können dabei aufkommende Kosten des demographischen Wandels abfangen (Czaja, 2017). So konnte bereits gezeigt

werden, dass Technologien und digitale Anwendungen das selbstständige und autonome Wohnen und Leben (Gaßner & Conrad, 2010; Meurer et al., 2014), die soziale Konnektivität (Chen & Schulz, 2016; Chopik, 2016; Zhang et al., 2020) als auch die Lebensqualität (Bobillier Chaumon et al., 2014; Boz & Karatas, 2015; Miori & Russo, 2017) im höheren Erwachsenenalter positiv beeinflussen können. Zusätzlich können innovative „smarte“ Geräte (Hossain et al., 2017) und Wearables dabei helfen dem physischen Abbau entgegenzuwirken (Godfrey, 2017; Li et al., 2019). Insgesamt bieten digitale Technologien somit viele Potentiale und Möglichkeiten dem demographischen Wandel aktiv entgegenzutreten und eine autonome Lebensführung auch noch im hohen Erwachsenenalter zu gewährleisten.

Die Potentiale der Digitalisierung können jedoch nur vollständig ausgeschöpft werden, wenn sowohl die persönlichen, technischen als auch die strukturellen Bedingungen erfüllt sind. Zu den persönlichen Kriterien gehört hier beispielsweise die Nutzungsbereitschaft als auch der kompetente Umgang mit Technologien, während die technischen Geräte bedienerfreundlich, nützlich und leicht verfügbar sein sollten (Czaja, 2017). Auf struktureller, nationaler Ebene muss dafür gesorgt werden, dass die Rahmenbedingungen für eine Digitalisierung der Gesellschaft bereitgestellt werden und dass öffentliche Institutionen als auch die Gesellschaft mit neuen digitalen Technologien versorgt werden müssen. Deutschland erzielte jedoch im EU-weiten Vergleich lediglich den 12. Platz gemessen am Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI) für 2020 (European Commission, 2020). Insbesondere in der Konnektivität und den digitalen Kompetenzen werden im internationalen Vergleich Defizite aufgewiesen.

1.3 Stand der Forschung

Um die Vielfalt des Themas der Digitalisierung im Gesundheitswesen aufzuzeigen, kann die Abbildung von Knöppler und Stendera (2019) herangezogen werden. Die Autor*innen stellen die verschiedenen Ausprägungen von digitalen Lösungen vor dem Hintergrund kultureller, gesundheitspolitischer und technologischer Treiber dar (Knöppler & Stendera, 2019).

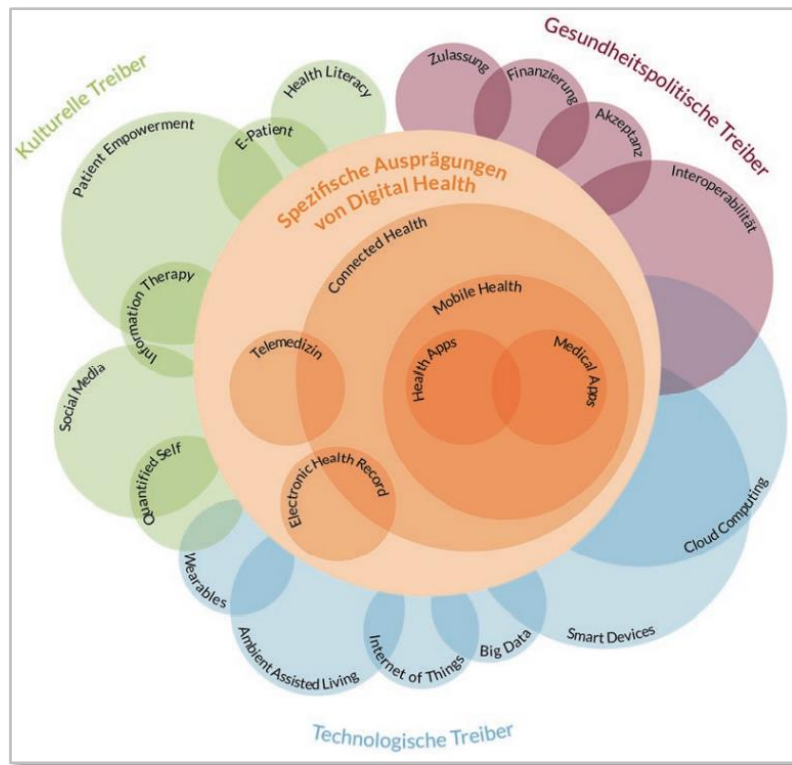


Abbildung 1. Vielfalt digitaler Lösungen im Gesundheitswesen vor dem Hintergrund verschiedener Treiber, Quelle: Knöppler und Stendera (2019), S. 85

1.3.1 Digitale Lösungen im Bereich (Primär-)Prävention und Gesundheitsförderung

Bei der Suche nach digitalen Lösungen im Bereich der (Primär-)Prävention und Gesundheitsförderung, finden sich vor allem Applikationen (kurz Apps), die barrierearm, meist kostenfrei auf ein mobiles Endgerät geladen werden können. Diese Apps zeichnen sich dadurch aus, dass sie bei einer gesunden Lebensweise und einem gesundheitsbewusstem Verhalten unterstützen bzw. dazu motivieren sollen (Rutz et al., 2016). 2018 konnten in den Bereichen „Gesundheit & Fitness“ und „Medizin“ über 100.000 Apps identifiziert werden, davon über 500 mit konkretem Bezug zum Thema Prävention (Albrecht & von Jan, 2018). Eine Vielzahl von Apps im Bereich Prävention widmen sich der körperlichen Fitness bzw. der körperlichen Aktivität. In diesem Zusammenhang bestehen zudem eine Vielzahl von Apps, die bei einer gesunden Ernährung und der Gewichtsreduzierung unterstützen sollen. Weitere Angebote beziehen sich auf die gesundheitspezifische Informationsvermittlung, beispielsweise zu gesundheitsbewusstem Verhalten und der Krankheitsvermeidung. Weitere Apps befassen sich beispielsweise mit dem Schlafverhalten oder dem Suchtverhalten (Albrecht & von Jan, 2018).

Laut einer Umfrage der Bitkom Research im Auftrag des Digitalverband Bitmark, welche 2020 durchgeführt wurde, nutzen in der Zielgruppe der über 65-jährigen 3 von 10 Internetnutzer*innen Gesundheits- oder Ernährungs-Apps. Diese Zahl ist durch die Corona Pandemie im Vergleich zum Vorjahr um 4 Prozentpunkte gestiegen. Am beliebtesten sind in der Zielgruppe mobile Anwendungen zur Erfassungen von Bewegungs- und Vitaldaten (Bitkom e.V., 2020).

Zum ganzheitlichen Monitoring im Sinne der Prävention werden mobile Anwendungen häufig zusammen mit Wearables verwendet. Dies sind kleine, vernetzte Computer, die über unterschiedliche Sensoren das Bewegungsverhalten, den Puls oder die Herzfrequenz messen können und körpernah getragen werden (Deutsche Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement, 2018). Die bekanntesten Vertreter sind dabei Fitnesstracker oder Smartwatches, die am Handgelenk des Nutzens getragen werden. Während früher häufig zusätzliche Brustgurte zum Monitoring verwendet wurden, setzen neuere Entwicklungen auf Kleidungsstücke, die mit Hilfe textiler Sensoren Körperdaten messen (PwC - PricewaterhouseCoopers, 2015). Laut der International Data Corporation (IDC) ist der Absatzmarkt von Wearables weltweit von 28,8 Mio. Wearables in 2014 auf 444,7 Mio. Wearables in 2020 gestiegen (IDC - International Data Cooperation, 2021). Dieser Absatz soll Prognosen zufolge auf 631,7 Mio. Wearables in 2024 ansteigen (IDC - International Data Cooperation, 2020). In Deutschland nutzten 2019 36 % der über 16-Jährigen eine Smartwatch und 29 % einen Fitnesstracker (Bitkom e.V., 2019). Diese Zahlen werden ebenfalls durch die weltweite Corona Pandemie gestärkt, die das Bewusstsein für Gesundheit und Fitness in der Bevölkerung gestärkt hat (Bitkom e.V., 2020). Von älteren Menschen werden Wearables bisher erst wenig genutzt. In der Altersgruppe der über 60-Jährigen nutzten 2017 nur 6 % eine Smartwatch oder einen Fitness-Tracker (Statista, 2017). In den US ist die Zahl der Nutzenden von Wearables mit 17 % der über 50-Jährigen und 11 % der über 70-Jährigen höher (Nelson Kakulla, 2020). Dennoch sind auch in den USA nur 3,3 % der Nutzenden über 65 Jahre alt. In einer Studie von Farivar et al. (2020) konnte gezeigt werden, dass die wahrgenommene Komplexität von Wearables ein Hindernis für die Nutzung dieser Geräte durch ältere Menschen darstellt. Die Komplexität bezieht sich dabei insbesondere auf das Lesen und Interpretieren der Ausgabe der Geräte (Farivar et al., 2020). Eine weitere Ursache für die geringe Nutzung von Wearables durch ältere Menschen ist, dass die meisten Geräte an die

Bedürfnisse jüngerer Zielgruppen ausgerichtet sind, die mehrheitlich bereits mit intelligenten Technologie vertraut sind. Ältere Menschen haben dagegen besondere Bedarfe hinsichtlich des Designs und der Usability körpernaher Sensoren (Klebbe et al., 2019).

Die Effekte von Gesundheits-Apps bei der Prävention wurden in einer umfangreichen Erhebung innerhalb der Charismha-Studie (CHARISMHA = Chances and Risks of Mobile Health Apps) untersucht. Die Studie identifizierte zwischen 2007 und 2015 86 relevante Studie, die sich mit dem Themenbereich „Prävention und Apps“ auseinandergesetzt haben. Dabei wurden die meisten Studien zur Evidenz von Apps im Lifestyle-Bereich identifiziert (56 Studien). Es folgten Studien zur Prävention spezifischer Erkrankungen (18 Studien) und Untersuchungen, die sich mit der Gestaltung von Apps und den Bedürfnissen der Nutzenden auseinandergesetzt haben (12 Studien). Innerhalb der identifizierten RCT Studien zur Evidenz von Lifestyle-Apps wird in der Charismha Studie zusammenfassend dargestellt, dass in der Mehrheit der Studien ein positiver Nutzen mit Blick auf die Steigerung der körperlichen Aktivität gezeigt werden konnte. Gleiches gilt für Effekte hinsichtlich der Gewichtsreduktion. Alle einbezogenen randomisierten kontrollierten Studien zur Untersuchung der Evidenz von Apps im Lifestyle Bereich befasste sich mit jüngeren Zielgruppen (Rutz et al., 2016). In einem systematischen Review von Changizi (2017) wurden die Effekte der Nutzung von mHealth Lösungen bei älteren Menschen untersucht. Dabei konnten positive Effekte bei der Verwendung von mHealth Technologien hinsichtlich der Krankheitsprävention und zur Änderung des Lebensstils mit Bezug auf Steigerung der körperlichen Aktivität und der Reduzierung des BMI gezeigt werden (Changizi & Kaveh, 2017).

1.3.2 Technologien im Bereich Diagnostik

Neben digitaler Technologien in der Prävention sollen diese auch im Bereich Diagnostik das medizinische Personal und das Gesundheitssystem entlasten, sowie die Patient*innenzentrierung und die Patient*innenautonomie stärken (Merz et al., 2018). Die digitalen Lösungen zielen dabei meist nicht darauf ab, eine Diagnosestellung durch medizinisches Fachpersonal zu ersetzen, sondern darauf, über medizinische Sachverhalte aufzuklären und gesundheitliche Orientierung zu erleichtern (Rutz et al., 2016). Auch im Bereich der Diagnostik können Apps und Wearables Patient*innen unterstützen.

In der Charismha Studie wurden 121 relevante Studien im Bereich Diagnostik-Apps identifiziert. Die Autor*innen stellen dabei einen deutlichen Anstieg in der Anzahl der Veröffentlichungen im zeitlichen Verlauf fest. Studien aus den USA machen hier den größten Anteil aus. Die identifizierten Studien beziehen sich beispielsweise auf Apps, die Hautveränderungen analysieren bzw. eine Ersteinschätzung von Muttermalen übernehmen. Des Weiteren werden vor allem Apps adressiert, die sich auf das Herz-Kreislauf-System oder die Sinnessorgane beziehen. Die Mehrzahl der in der Charismha Studie untersuchten App-Studien richten sich jedoch an medizinisches Fachpersonal (Rutz et al., 2016).

Für die Zielgruppe der älteren Menschen versprechen Apps in Kombination mit Wearables Herzrhythmusstörungen erkennen zu können oder das Risiko für Stürze vorherzusagen. Dafür greifen die Anwendungen auf die im Smartphone integrierten Sensoren, wie Pulsfrequenzmesser, Lage- und Beschleunigungssensoren und die Kameras zurück. Andere Anwendungen setzen auf die Analyse von Stimmdateien, um Erkrankungen vorherzusagen. Im Bereich der Erkennung von psychischen Erkrankungen wie Depressionen (Malviya et al., 2019) oder Schizophrenie (Ainsworth et al., 2013) werden Sprachanalysen schon seit vielen Jahren erforscht. Aktuelle Forschung in dem Bereich zielt darauf ab, anhand der Stimmfrequenz eine Covid-19 Infektion zu erkennen (Kixmüller, 2020). Das Sprachanalyse Unternehmen Vocalis, welches bereits die Erkennung von COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) aufgrund von Sprachdaten ermöglicht, und weitere Forschergruppen, analysieren Sprachaufnahmen oder Audioaufnahmen von hustenden Personen, um eine Covid Erkrankung zu erkennen (Anthes, 2020).

Hinsichtlich der Evidenz von Apps im Bereich Diagnostik ist die Studienlage jedoch noch nicht vielversprechend. Die Charismha Studie schlussfolgert aus der Analyse von 121 Studien, die sich mit Apps im Bereich Diagnostik auseinandergesetzt haben, dass die Mehrheit der Studien bisher eher beschreibenden Charakter hat und abschließende Bewertungen fehlen. Zum gleichen Schluss kommt auch ein Review von Buechi et al. In die Übersichtsarbeit wurden 11 Studien, die sich mit der app-basierten Diagnostik von Erkrankungen befasst haben, eingeschlossen. Die Autor*innen bemängelten, dass die eingeschlossenen Studien kleine Fallzahlen umfassten und eine geringe methodische Qualität aufwiesen (Buechi et al., 2017).

1.3.3 Technologien im Bereich Therapie

Die digitalen Lösungen in der Therapie weisen ein ähnliches Spektrum auf, wie das Ausmaß möglicher Erkrankungen. Insbesondere im Bereich der Herz-Kreislauf-Erkrankungen, der psychischen Erkrankungen, bei sensorischen Einschränkungen und Muskel- und Gelenkerkrankungen existieren digitale Therapie- und Versorgungsansätze. Hinzu kommen krankheitsübergreifende Lösungen im Bereich des Medikamentenmanagements. Ziel von digitalen Angeboten ist es, die Therapie der Patient*innen zu begleiten in Ergänzung zum persönlichen Kontakt mit Ärzt*innen und Therapeut*innen (Barmer, 2020).

Innerhalb der Herz-Kreislauf-Erkrankungen, welche in Deutschland die häufigste Todesursache darstellen (Statistisches Bundesamt, 2020b) sind digitale Angebote für Diabetes Mellitus und Hypertonie am weitesten verbreitet. Bei beiden Erkrankungen geht es in erster Linie um das Hinterlegen gemessener Werte, um zeitlich Verläufe abbilden zu können und sowohl den/der Betroffenen als auch dem medizinischen Personal einen ganzheitlichen Überblick zu verschaffen und sich dementsprechend nicht auf eine einmalige Messung in einer Praxis verlassen zu müssen. Die Blutdruckmessgeräte sind in der Lage via Bluetooth die gemessenen Werte automatisch in eine App zu übertragen. Neuste Entwicklungen von Apple versuchen den Blutdruck über die Apple Watch zu messen. Dazu sollen mit Hilfe seismokardiografischer Daten und neuronaler Netzwerke in Zukunft der Blutdruck genau geschätzt werden können (P. Müller & Kubiv, 2021). Im Diabetesmanagement kommen ebenfalls Apps zur Anwendung. Diese empfangen die Daten jedoch über ein Bluetooth-fähiges Blutzucker-Messgerät oder über ein implantiertes Glucose-Sensor-System, das ein kontinuierlichen Blutzucker-Monitoring ermöglicht. Während auch bei diesen Systemen eine Kanüle subkutan eingeführt und ein regelmäßiger Wechsel des Sensors sowie eine regelmäßige Validierung des Systems mit herkömmlichen Geräte notwendig ist, versprechen neuste Lösung, die Blutzuckermessung auf der Haut zu ermöglichen (Diabetes News Media AG, 2016). Diese nicht-invasiven Systeme messen beispielsweise transdermal unter Verwendung eines schwachen elektrischen Gleichstroms oder unter Verwendung von Infrarot-Sensoren, welche die Blutzuckermoleküle im Blut erfassen. Weitere Entwicklungen setzen auf die Blutzuckermessung mittels smarterer Kontaktlinsen. Hierbei soll über einen Biosensor die Tränenflüssigkeit hinsichtlich des Glukosegehalts analysiert werden (Keum et al., 2020).

Im Vergleich zur Erforschung anderer digitaler Lösungen, existieren im Bereich Glukose-Monitoring bereits mehrere Übersichtsarbeiten. Eine Untersuchung von Hou et al. untersuchte 21 Studien mit insgesamt 1.550 Patient*innen. Die Autor*innen konnten zeigen, dass es Evidenzen zur Effektivität bei der Verwendung mobile Anwendung hinsichtlich der Reduzierung der HbA1c-Werte bei Diabetes Mellitus Typ 1 und 2 gibt (Hou et al., 2018). Eine weitere Übersichtsarbeit von Wu et al. schloss 17 Studien mit über 2.000 Patient*innen ein, um die Effekte Smartphone-Apps beim Glucose Management zu untersuchen. Die Autor*innen konnten ebenfalls positive Effekte mit Bezug auf die Reduzierung der HbA1c Werte feststellen. Besonders positiv wirkten sich die Smartphone-basierten Interventionen bei Patient*innen aus, bei denen die Diagnosestellung weniger als 8,5 Jahre zurücklag (Wu et al., 2018).

Zahlreiche Smartphone Apps existieren zudem zur Therapie von psychischen Erkrankungen wie Depressionen, Ess-, Angst- und Zwangsstörungen. Verhaltenstherapeutische Ansätze nutzen hierbei digitale Angebote, um Patient*innen eine orts- und zeitunabhängige Ergänzung zur herkömmlichen Therapie zu ermöglichen. Trotz der vielfältigen Möglichkeiten und der Entlastung von medizinischem Personal finden diese Angebote laut einer Untersuchung der Barmer bisher kaum Anwendung (Barmer, 2020). Zur Therapie von Depressionen identifizierte eine Untersuchung von Terhorst et al. 1.156 mobile Apps, von den 38 hinsichtlich ihrer Qualität untersucht wurden. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass die untersuchten Apps nur eine mittlere Gesamtqualität aufwiesen. Aufgrund zusätzlich fehlender Nachweise zum Nutzen der Apps kann der Einsatz der Anwendungen von den Autor*innen nur bedingt empfohlen werden (Terhorst et al., 2018).

Auch im Bereich des Medikamentenmanagements gibt es digitale Hilfe, mit dem Ziel die Medikamentenadhärenz zu steigern. Für Patient*innen gibt es zum einen eine Vielzahl an Apps, die an die Medikamenteneinnahme erinnern, Nebenwirkungen oder Wechselwirkungen aufzeigen. Eine Vielzahl von Apps zur Erhöhung der Medikamentenadhärenz wurden in einem Review von Ahmed et al. untersucht. Die Autor*innen identifizierten über 5.00 Apps in den beiden größten Stores von Google und Apple. Es zeigte sich, dass nur wenige Apps Ärzt*innen in die Entwicklung der Anwendung eingebunden haben. Auch hier kommen die Autor*innen zu dem Schluss, dass es in großem Maße an Evidenz zur Effektivität fehlt (Ahmed et al., 2018). Weitere Lösungen wie intelligente

Medikamentenblister, welche die Tablettenentnahme erkennen und den Zeitpunkt der Einnahme dokumentieren gehen über einfach App-Lösungen hinaus. Gleiches ermöglichen smarte Medikamentendispenser, welche die Tabletten zu einem eingespeicherten Zeitpunkt in voreingestellter Menge an den/die Patient*in ausgeben. Sollte die Einnahme trotz Erinnerung nicht erfolgen, können zudem Alarmmeldungen an Ärzt*innen, Betreuer*innen oder Angehörige versendet werden.

1.4 Fragestellung

In der Darstellung der digitalen Technologien für die Bereiche Prävention, Diagnostik und Therapie zeigt sich, dass es zwar bereits zahlreiche Lösungen für diese Anwendungsbereiche und die Zielgruppe der älteren Menschen auf dem Markt gibt, aber diese in der Praxis noch keine flächendeckende Anwendung finden. Ein Grund dafür ist an vielen Stellen die fehlende Evidenz zur Gebrauchstauglichkeit der Systeme und zur Effektivität in der Prävention, Diagnostik oder Therapie (Fischer, 2020). Ziel der vorliegenden Habilitationsschrift ist die systematische Zusammenstellung der eigenen Forschungsergebnisse zur Nutzung, Akzeptanz und Effektivität digitaler Lösungen für ältere Menschen in den genannten Versorgungsbereichen.

Der Fokus der Arbeit liegt dabei auf Lösungen für die Zielgruppe der älteren Menschen. Auf digitale Systeme für pflegerisches und medizinisches Personal soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden, auch wenn es für diese Anwendergruppe ebenfalls zahlreichen technische Entwicklungen gibt, bei denen es vor allem um Arbeitserleichterung, Steigerung der Qualität und der Effizienz der Versorgung geht. Weiterhin abzugrenzen sind Lösungen, die sich nicht auf die drei genannten Bereiche Prävention, Diagnostik oder Therapie beziehen, wie Informations- und Kommunikationstechnologien, die zwar den Alltag insbesondere von älteren Menschen erleichtern können, aber keinen gesundheitswissenschaftlichen oder medizinischen Bezug aufweisen.

2 Eigene Arbeiten

2.1 Vergleich verschiedener Aktivitätstracker für ältere Menschen und Präferenzen der Zielgruppe

In der Prävention chronischer Erkrankungen spielt der Faktor körperliche Aktivität eine entscheidende Rolle, insbesondere mit Blick auf ältere Menschen. Aktivitätstracker, welche die tägliche Schrittzahl und die zurückgelegte Distanz erfassen, können den Nutzenden zu mehr körperlicher Aktivität motivieren. Die auf dem Markt befindlichen Systeme adressieren primär jedoch jüngere Altersgruppen, so dass sich für ältere Menschen Schwierigkeiten in der Handhabung der Systeme selbst und in der dazugehörigen Anwendung ergeben können.

Das Ziel der Studie war es, verschiedene auf dem Markt befindliche Aktivitätstracker hinsichtlich ihrer Gebrauchstauglichkeit für ältere Menschen mit Blick auf Hardware (Material, Verschlussmechanismen etc.) und Software (Darstellungsweisen, Konnektivität zu anderen Geräten etc.) zu vergleichen.

Der nachfolgende Text entspricht dem Abstrakt der Arbeit: **Steinert, A., Haesner, M. & Steinhagen-Thiessen, E. (2018). Activity-tracking devices for older adults: comparison and preferences. Univ Access Inf Soc 17, 411–419. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0539-7>**

“Research demonstrates that physical activity beneficially influences brain function, quality of life and reduces cardiovascular diseases. Therefore, many projects and technical developments aim to promote physical activity. As a result of the “quantified self”-movement, a great number of wearable technologies, which are mainly developed for a younger target group, emerged on the market. However, there is a lack of scientific studies to establish which systems are suitable for older adults and there is still little known about seniors’ needs and preferences regarding fitness trackers.

In this crossover-designed usability study, 20 older adults aged over 60 took part. In the study, all participants were requested to rate the usability of five of the most widely used fitness trackers (Nike FuelBand, Jawbone Up, Fitbit Flex, Garmin vivofit, Sony SmartBand) and were asked about their preferences. Participants had to rate its ergonomic features such as handling, material and design. Overall, the fitness trackers differ a lot in tracking features, design, usability and acceptance of the seniors.

We present an aggregated list of requirements for the “ideal” activity tracker for older adults. The results seem to be of high interest for developers, but also for scientists to choose appropriate sensors for technology-based interventions that may promote physical activity.” (Steinert, Haesner, et al., 2018)

2.2 Ein technisch unterstütztes Fitnessprogramm zur Förderung der körperlichen Aktivität älterer Menschen

Fitnesstracker allein können nur bedingt die körperliche Aktivität der Nutzenden bzw. die Motivation zu mehr körperlicher Aktivität steigern. Daher wurde im nächsten Schritt zusätzlich ein technisch unterstütztes, speziell für ältere Menschen konzipiertes Fitnessprogramm entwickelt. Dieses wurde im Rahmen einer Studie hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit des Systems, Akzeptanz bei den Nutzenden und der Effektivität des Trainingsprogramms evaluiert. Hierbei wurde von den Proband*innen eine Smartphone-App, welche zielgruppengerechte Trainingspläne enthielt, in Kombination mit einem Fitnesstracker, der in der vorangegangenen Studie (Steinert, Haesner, et al., 2018) von älteren Menschen am besten bewertet wurde, verwendet. Zur Beantwortung der Fragestellungen nutzten 20 Senior*innen das kombinierte Fitnessprogramm für vier Wochen.

Der nachfolgende Text entspricht dem Abstrakt der Arbeit: **Steinert, A., Buchem, I., Merceron, A. et al. (2018). A wearable-enhanced fitness program for older adults, combining fitness trackers and gamification elements: the pilot study fMOOC@Home. Sport Sci Health 14, 275–282. <https://doi.org/10.1007/s11332-017-0424-z>**

“Purpose: Besides nutrition, physical activity is one of the most important prerequisites for healthy aging. The public funded R&D project fMOOC (Fitness MOOC—interaction of older adults with wearable fitness trackers in a Massive Open Online Course), aimed at encouraging older adults to increase their physical activity with the help of a senior-friendly wearable enhanced training system composed of a smartphone training-app coupled with an activity-tracking device.

Methods: In a pilot study, we evaluated the training system in the home environment of older adults—20 older adults, used the smartphone app and the activity-tracking device for 4 weeks. We investigated the usability of the system using validated usability tests and asked the participants about use patterns and acceptance. We also examined the

effectiveness of the training by measuring changes in strength, physical activity, balancing ability and endurance.

Results: The analysis of the data shows that the majority of the participants (60%) engaged in the training program on a regular basis. Among the various technical components of the training program, the fitness tracking devices were used most frequently (90% on a daily basis). An interesting result is that even within a short training period of 4 weeks, and within the small sample of 20 participants, the data showed significant health improvements regarding the duration of daily physical activity ($T(19) = - 2.274$; $p < 0.05$) and the balancing ability ($T(19) = - 3.048$; $p < 0.01$).

Conclusion: A wearable-enhanced fitness training program, can motivate older adults to be more physically active.” (Steinert, Buchem, et al., 2018)

2.3 Verwendung Tablet-gestützter neuropsychologischer Testverfahren in der Diagnostik

Auch bei der Diagnostik kognitiver Erkrankungen können digitale Lösungen, insbesondere mit Bezug auf Erhöhung der Reliabilität der Ergebnisse sowie Darstellung inter- und intraindividuelle Vergleiche, Vorteile für ältere Patient*innen mit sich bringen. Dazu muss untersucht werden, ob digitale Lösungen in gleicher Weise bei älteren Menschen eingesetzt werden können wie etablierte paper-pencil Verfahren.

In der nachfolgenden Studie führten dazu 50 Senior*innen drei etablierte kognitive Testverfahren (Trail Making Test A und B und Farbwortinterferenz-Test) auf bereits validierte Weise mit Papier und Bleistift und zusätzlich mit einem Tablet (Touch-Interaktion) durch. Die Ergebnisse der gesunden Teilnehmer*innen in beiden Testverfahren wurden miteinander verglichen.

Der nachfolgende Text entspricht dem Abstrakt der Arbeit: **Latendorf, A., Runde, L.M., Salminen, T. et al. (2021) Digitization of neuropsychological diagnostics: a pilot study to compare three paper-based and digitized cognitive assessments. Aging Clin Exp Res 33, 1585–1597. <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01668-z>**

“Background and objective: The number of people suffering from dementia is increasing worldwide and so is the need for reliable and economical diagnostic instruments. Therefore, the aim of this study was to compare the processing times of the neuropsychological tests Trail Making Tests A and B (TMT-A/B, Reitan, 1992) and Color-Word Interference Test (CWIT, Bäumler, 1985), which were performed in both digital and paper versions.

Methods: The pilot study was conducted among 50 healthy participants (age 65–83 years) using a randomized crossover design. The correlations and differences in the individual processing times of the two test versions were statistically analyzed. Further research questions concerned the influence of the individual usage of technology and the technology commitment of participants as well as the influence of the assessed usability on participants' performance.

Results: Between the two versions (paper-based vs. digital) statistically significant correlations were found in all tests, e.g., TMT-A $r(48) = 0.63$, $p < 0.01$; TMT-

B $r_s(48) = 0.77, p < 0.001$). The mean value comparison showed statistically significant differences, e.g., interference table (CWIT) $t(49) = 11.24, p < 0.01$. Correlations with medium effect were found between the differences in processing times and the individual usage of computer (e.g., $r_s(48) = -0.31$) and smartphone ($r_s(48) = -0.29$) and between the processing times of the TMT-B and the usability ($r_s(48) = 0.29$).

Conclusion: The high correlations between the test procedures appear promising. However, the differences found in the processing times of the two test versions require validation and standardization of digitized test procedures before they can be used in practice.” (Latendorf et al., 2021)

2.4 Verwendung eines SmartPens zur Durchführung kognitiver Testverfahren mit älteren Menschen

Da eine unangepasste Übertragung von paper-pencil-basierten Verfahren hinzu einer tablet-basierten Erfassung kognitiver Testungen nicht möglich scheint (Latendorf et al., 2021), wurde weiterführende untersucht, ob die Durchführung mit Hilfe eines SmartPens zu vergleichbaren Ergebnisse führt. Der SmartPen ermöglicht eine Digitalisierung des Geschriebenen, so dass Ergebnisse in digitaler Form vorliegen und automatisch analysiert werden können, stellen jedoch für den Nutzenden kein ungewohntes Medium dar.

In einer Studie mit 40 Senior*innen führten die Proband*innen den Trail Making Test A und B mit herkömmlichen Papier und Stift und mit einem SmartPen mit dazugehörigem Papier durch. Für die Analyse wurden Intraklassen-Korrelationskoeffizienten (ICC) berechnet.

Der nachfolgende Text entspricht dem Abstrakt der Arbeit: **Heimann-Steinert, A., Latendorf, A., Prange, A. et al. (2021). Digital pen technology for conducting cognitive assessments: a cross-over study with older adults. Psychological Research 85, 3075–3083. <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01452-8>**

“Many digitalized cognitive assessments exist to increase reliability, standardization, and objectivity. Particularly in older adults, the performance of digitized cognitive assessments can lead to poorer test results if they are unfamiliar with the computer, mouse, keyboard, or touch screen.

In a cross-over design study, 40 older adults (age $M = 74.4 \pm 4.1$ years) conducted the Trail Making Test A and B (Reitan, 1992) with a digital pen (digital pen tests, DPT) and a regular pencil (pencil tests, PT) to identify differences in performance. Furthermore, the tests conducted with a digital pen were analyzed manually (manual results, MR) and electronically (electronic results, ER) by an automated system algorithm to determine the possibilities of digital pen evaluation. ICC(2,k) showed a good level of agreement for TMT A (ICC(2,k) = 0.668) and TMT B (ICC(2,k) = 0.734) between PT and DPT. When comparing MR and ER, ICC(2,k) showed an excellent level of agreement in TMT A (ICC(2,k) = 0.999) and TMT B (ICC(2,k) = 0.994). The

frequency of pen lifting correlates significantly with the execution time in TMT A
($r = 0.372$, $p = 0.030$) and TMT B ($r = 0.567$, $p < 0.001$).

A digital pen can be used to perform the Trail Making Test, as it has been shown that there is no difference in the results due to the type of pen used. With a digital pen, the advantages of digitized testing can be used without having to accept the disadvantages.”

(Heimann-Steinert et al., 2021)

2.5 Verwendung einer Smartphone App zum Krankheitsmanagement bei Fettstoffwechselstörungen

Im Bereich der Therapie chronischer Erkrankungen ist die Behandlung von Fettstoffwechselstörungen von hoher Relevanz, da diese zu Arterienverkalkung und Durchblutungsstörungen führen kann. Diese können Herzinfarkte, Schlaganfälle oder eine vaskuläre Demenz bedingen. Die Leitlinien zum Management von Dyslipidaemien sehen neben einer gesunden Lebensweise ein hohes Maß an medikamentöser Adhärenz vor. Insbesondere bei älteren Patient*innen kann die Medikamenteneinnahme aufgrund von komplexen Therapieschemata und Begleiterkrankungen bei ggf. nachlassenden kognitiven Fähigkeiten herausfordernd sein (Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung, 2016). Zahlreiche Smartphone-Apps bieten hier Unterstützung, von denen eine in der nachfolgenden Studie untersucht wurde.

Die Untersuchung hatte zum Ziel, aufzuzeigen, wie eine Smartphone-App zum Selbstmonitoring von Patient*innen mit Stoffwechselstörungen genutzt wird und welche Veränderungen sich hinsichtlich der Medikamentenadhärenz zeigen lassen. Dazu erhielten 100 Patient*innen der Lipidambulanz der Charité die Smartphone App für die Dauer eines Jahres.

Der nachfolgende Text entspricht dem Abstrakt der Arbeit: **Steinert, A., Eicher, C., Haesner, M., Steinhagen-Thiessen, E. (2020): Effects of a long-term smartphone-based self-monitoring intervention in patients with lipid metabolism disorders. Assistive Technology. 32(2): 109-116. <https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1493710>**

“The majority of lipid metabolism disorders can be managed well if patients adhere to their therapies. Self-monitoring can drive adherence with regards to medication intake, physical activities, and nutrition. Technical devices like smartphones can further support its users to achieve health-related goals. In a clinical trial, 100 patients with lipid metabolism disorders were asked to use a smartphone application over a duration of 12 months. Users of this app could set reminders to keep track of their medication and other disease-related variables,

such as weight and cholesterol. More than half of all patients that started to use the app continued to use the app over the full 12 months. However, 43% of the patients that were asked to use the app stated that they never started to use the app. The reasons cited were lack of time, health problems, lack of motivation, and technical problems. The number of patients with high medication adherence increased significantly due to the use of the app. Health apps might benefit patients by enabling them to better manage chronic diseases, but successful digital health concepts will need to address efficient onboarding as well as long-term motivation.” (Steinert, Eicher, et al., 2020)

2.6 Verwendung einer Smartphone-App zur Ermittlung des Sturzrisikos

Zahlreiche Lösungen fokussieren nicht nur auf einen Bereich, sondern adressieren sowohl die Prävention als auch die Diagnostik und Therapie. Hier bietet die Indikation Sturz bzw. die Erkennung des Sturzrisikos eine gute Möglichkeit, um Bereichs-übergreifend die Gesundheit älterer Menschen zu unterstützen. Die hier untersuchten Systeme analysieren das Sturzrisiko eines Nutzenden anhand eines ausführlichen Fragebogens zu klassischen Sturzindikatoren (u.a. Umfeld, Medikation, Begleiterkrankungen, Sturzangst) und einer videobasierten Ganganalyse. Zudem gibt die untersuchte App individualisierte Empfehlungen zur Minderung des Sturzrisikos.

Das Ziel der nachfolgenden Studie war es, zwei neue, kamerabasierte Systeme zur Durchführung einer Ganganalyse, als Grundlage für die Ermittlung des Sturzrisikos, im Vergleich zu einem bereits etablierten Ganganalyse-Verfahren zu validieren. Dazu wurden die Ergebnisse der Smartphone-basierten Ganganalyse und die Ergebnisse eines Microsoft Kinect-basierten Kamerasystems mit den Ergebnissen des etablierten GAITRite Systems (Gangmatte mit Drucksensoren) verglichen.

Der nachfolgende Text entspricht dem Abstrakt der Arbeit: **Steinert, A., Sattler, I., Otte, K., Röhling, H., Mansow-Model, S., & Müller-Werdan, U. (2020). Using New Camera-Based Technologies for Gait Analysis in Older Adults in Comparison to the Established GAITRite System. Sensors (Basel, Switzerland). 20(1): 125. <https://doi.org/10.3390/s20010125>**

“Various gait parameters can be used to assess the risk of falling in older adults. However, the state-of-the-art systems used to quantify gait parameters often come with high costs as well as training and space requirements. Gait analysis systems, which use mobile and commercially available cameras, can be an easily available, marker-free alternative. In a study with 44 participants (age ≥ 65 years), gait patterns were analyzed with three different systems: a pressure sensitive walkway system (GAITRite-System, GS) as gold standard, Motognosis Labs Software using a Microsoft Kinect Sensor (MKS), and a smartphone camera-based application (SCA). Intertrial repeatability showed moderate to excellent results for MKS (ICC(1,1) 0.574 to 0.962) for almost all measured gait parameters and moderate reliability in SCA measures for gait speed (ICC(1,1) 0.526 to 0.535). All gait

parameters of MKS showed a high level of agreement with GS (ICC(2,k) 0.811 to 0.981). Gait parameters extracted with SCA showed poor reliability. The tested gait analysis systems based on different camera systems are currently only partially able to capture valid gait parameters. If the underlying algorithms are adapted and camera technology is advancing, it is conceivable that these comparatively simple methods could be used for gait analysis.”

(Steinert, Sattler, et al., 2020)

3 Übergreifende Diskussion

Die vorgestellten Studien hatten zum Ziel die Benutzerfreundlichkeit digitaler Technologien für die Zielgruppe der älteren Menschen, sowie die Effektivität der Lösungen in den Bereichen Prävention, Diagnostik und Therapie exemplarisch aufzuzeigen.

Dazu wurden der Stand der Forschung und Entwicklung dargestellt und sechs eigene Studien herangezogen. Das Problem der fehlenden Evidenz digitaler Lösungen, welches im Stand der Forschung herausgestellt wurde, wurde sich im Rahmen der vorgestellten Untersuchungen angenähert. Diese geben wichtige Anreize um digitale Lösungen für ältere Menschen benutzerfreundlich zu entwickeln und in der Praxis zu etablieren.

3.1 Erkenntnisse im Bereich der Prävention

Im Vergleich zu den Bereichen Diagnostik und Therapie wird der Bereich Prävention von Entwickler*innen digitaler Lösungen bisher am umfänglichsten adressiert. Grund dafür kann sein, dass es für diese Lösungen aufgrund ihrer Verankerung im Bereich Fitness und Lifestyle, möglich ist, die umfangreichen regulatorischen Anforderungen der Entwicklung eines Medizinproduktes, sowie damit verbundene Kennzeichnungs- und Informationspflichten zu umgehen (Lenz, 2021). Unternehmen können dadurch in großem Maße zeitliche und finanzielle Ressourcen sparen und einen schnelleren Marktzugang erhalten, da erhöhte Anforderungen an das Qualitätsmanagement und an die Dokumentation der Entwicklung hier nicht zutreffen. Das wichtigste Kriterium zur Unterscheidung zwischen Wellnessanwendung und Medizinprodukt ist dabei die vom Hersteller festgelegte Zweckbestimmung (Wyss, 2017).

Die vorliegenden Studien konnten im Bereich der Prävention zeigen, dass die Zielgruppe der älteren Menschen besondere Bedarfe an mobile Geräte wie Fitnesstracker stellt. Diese ergeben sich aufgrund sensorischer und kognitiver Besonderheiten der Zielgruppe, der vergleichsweise geringeren Technikaffinität, aber auch aus der Hautbeschaffenheit oder spezifische Anforderungen an die Interoperabilität und betreffen sowohl die Hardware als auch die Software (Steinert, Haesner, et al., 2018). Dementsprechend können Usability-Kriterien für jüngere, technikaffine Zielgruppen, welche die primär adressierte Zielgruppe von Entwickler*innen darstellen, nicht ohne Weiteres auf ältere Menschen übertragen werden.

Die sich aus den Studien ergebenden spezifischen Anforderungen an Wearables für ältere Menschen wurden auch in einem Buchbeitrag systematisiert (Klebke et al., 2019).

Die Effektivität eines Trainingsprogrammes, welches speziell für ältere Menschen entwickelt wurde und um Hardware ergänzt wurde, die sich für die Zielgruppe als benutzerfreundlich gezeigt hat, wurde in der Studie Steinert et al. 2018 gezeigt. Trotz einer geringen Fallzahl und einer kurzen Interventionsdauer zeigten sich Verbesserungen hinsichtlich Kraft und Ausdauer. Ein Grund dafür kann das implementierte evidenz-basierte Trainingsprogramm, welches von den Proband*innen als sehr motivierend empfunden wurde, sein. Andere motivatorische Elemente wie Badges, Vergleiche oder Punkte scheinen bei ältere Menschen weniger geeignete Instrumente zu sein, um die Training-Compliance zu erhöhen (Brigham, 2015; Steinert, Buchem, et al., 2018). Die Wirkung von individuellem Feedback, wie die Anzeige der zurückgelegten Schrittzahl konnte auch in anderen Studien gezeigt werden (Izawa et al., 2005; Ransdell et al., 2004; Simmonds et al., 2016; Steinert et al., 2015). Ein Review von (Koivisto & Malik, 2020) analysierte 12 Studien, die sich mit Gamification Elemente¹ für ältere Menschen und Effekten auf die Motivation auseinandersetzten. Zehn der zwölf eingeschlossenen Studien zeigten positive Interventions-Effekte, so dass die Autoren zu dem Schluss kommen, dass spielerische Interaktionen eine vielversprechende Möglichkeit darstellen können, die Motivation zu körperlicher Aktivität zu steigern und damit einen wertvollen Beitrag für die Prävention leisten zu können (Koivisto & Malik, 2020). Bei der Steigerung der Motivation zur Durchführung von körperlichem Training sind neben Altersspezifika auch Geschlechterunterschiede von Bedeutung. Im Allgemeinen sind Männer weniger körperlich aktiv und schwerer zu regelmäßigem körperlichen Training zu motivieren als Frauen (Klompstra et al., 2017). Insbesondere ältere Männer sind in Kursen zur Steigerung der körperlichen Fitness stark unterrepräsentiert. Als erfolgsversprechend sieht der „Leitfaden zur gendergerechten Gesundheitsförderung im Alter“ den Einsatz von eher technischer Kommunikation und Kursen in denen technische Geräte integriert sind (Kessler & Bürgi,

¹ „Unter „gamification“ oder „Gamifizierung“ versteht man die Anwendung von Spielprinzipien und -elementen in nicht spielbezogenen Kontexten. Diese werden zur Motivationssteigerung eingesetzt, sie sollen zu höherer Akzeptanz bei der Bewältigung unliebsamer, monotoner oder besonders schwieriger Aufgaben führen und helfen, erwünschtes Verhalten anzunehmen. Zu den typischen Elementen, die hier zum Einsatz kommen, zählen unter anderem Ranglisten, Fortschrittsanzeige, Erfahrungspunkte, Aufgaben, Teamarbeit etc.“ (Fangerau et al., 2016, S. 204)

2019). Dies zeigt sich in Ansätzen auch in einer der hier präsentierten Studien, in der kein männlicher Proband das Training abgesprochen hat (Steinert, Buchem, et al., 2018).

Die Vorteile von app-basiertem Selbstmonitoring in der Prävention wurden auch von gesetzlichen und privaten Krankenkassen bereits erkannt. Innerhalb der Charismha Studie konnten 81 Apps von Krankenkassen identifiziert werden, davon 24 Apps zur Gesundheitsförderung und Prävention (Aumann et al., 2016). Zudem erlauben manche Krankenkassen auch die Verknüpfung mit ausgewählten Fitnesstrackern. Dementsprechend ist es aber auch in diesem Bereich von hoher Relevanz, dass die Apps der Krankenkassen für Versicherte aller Altersgruppen zugänglich und nutzbar sind.

3.2 Erkenntnisse im Bereich der Diagnostik

Im Bereich der Diagnostik gibt es deutlich weniger digitale Lösungen, die von den Patient*innen selbst angewendet werden können und dementsprechend auch weniger Evidenz zu den Effekten von digitalen Lösungen. In den hier vorgestellten Studien konnte zusammengefasst gezeigt werden, dass eine tablet-basierte Umsetzung etablierter kognitiver Assessments nicht ohne Weiteres in die Praxis überführt werden kann. Zwar zeigten sich starke Korrelationen zwischen den Ergebnissen, die herkömmlich mit Papier und Stift erzielt wurden und den Ergebnissen der tablet-basierten Testung, jedoch erzielten die Proband*innen in der digital unterstützten Varianten schlechtere Ergebnisse. Dies würde in der Praxis bei unreflektierter Übernahme der Normwerte zu Fehldiagnosen führen. Im Vergleich zur Digitalisierung in der Diagnostik findet neuropsychologische Rehabilitation bereits in großem Umfang mit computergestützten Verfahren statt. Die Vorteile werden vor allem in dem direkten Feedback für den/die Patient*in, ein hohes Maß an möglichen Aufgabenvariationen und der Steigerung der Effizienz gesehen (Piefke & Ehlers, 2019). Dies ist auch für den Bereich der neuropsychologischen Diagnostik übertragbar. Um die genannten Vorteile nutzen zu können ohne neue Normwerte wie bei der Tablet-Interaktion generieren zu müssen, können SmartPens eine hilfreiche Alternative darstellen. Hier konnte in der vorliegenden Studie gezeigt werden, dass keine Unterschiede in den Ergebnissen bestehen (Heimann-Steinert et al., 2021). Für den/die Patient*in ergibt sich in der Testdurchführung ausschließlich eine veränderte Stiftform. Jedoch kam auch eine Studie von Goonetilleke et al. zu dem Schluss, dass die Form oder die Größe des Stiftes keinen Einfluss auf die

Testergebnisse hat (Goonetilleke et al., 2009). Weitere Forschungsarbeiten befassen sich mit der Digitalisierung der Diagnostik und Klassifizierung im Bereich der Aphasie. Bei der Digitalisierung des Aachener Aphasie Tests (AAT) wird maschinelles Lernen verwendet, um Interviews, bei der die Spontansprache des/der Patient*in geprüft wird, auszuwerten (Kohlschein et al., 2019). Neben der Diagnostik im Bereich der Neuropsychologie, bietet die Digitalisierung auch in vielen anderen Bereichen des Gesundheitswesens zum Teil bereits Anwendung und vor allem Potential. In der Allgemeinmedizin existieren zahlreiche Apps, welche bei der Diagnosestellung unterstützen sollen. Eine der populärsten Apps im Bereich Diagnostik ist die mobile App Ada. Hier werden Symptome in die App eingetragen und daraufhin Diagnosen bzw. Ursachen vorgeschlagen, die auf ein Algorithmus basierend auf Künstlicher Intelligenz und klinischer Erfahrung basieren sollen (Kahl, 2018). In einer Studie von Gilbert et al., bei der acht Symptom-Analyse-App auf ihre Treffsicherheit untersucht wurden, wurde gezeigt, dass zwar keine App die Expertise der Allgemeinmediziner übertraf und es zwischen den Apps große Unterschiede hinsichtlich ihrer Genauigkeit gab. Im Vergleich zu den übrigen Apps, konnte die App Ada mit Bezug auf Treffsicherheit die besten Ergebnisse erzielen. Daher kamen die Autor*innen zu dem Schluss, dass eine digitale unterstützte Symptombeurteilung für die diagnostische Entscheidungsunterstützung Potentiale bieten kann (Gilbert et al., 2020). Eine Evaluation zur Nutzung von Apps zur Analyse von Symptomen mit älteren Menschen erfolgte bisher nicht.

3.3 Erkenntnisse im Bereich der Therapie

Wie im Theoretischen Hintergrund gezeigt wurde, existieren im Bereich der Therapie von (chronischen) Erkrankungen bereits zahlreiche digitale Versorgungsansätze. Forschung in diesem Themenfeld konzentriert sich vor allem auf mögliche Verbesserungspotentiale im Umgang mit (chronischen) Erkrankungen (Albrecht et al., 2016; Kirwan et al., 2013). In einer Analyse von LoPresti et al. wurden 50 Studien analysiert, von denen 10 die Steigerung der Therapieadhärenz durch die Verwendung einer App und weitere 18 das Krankheitsmanagement fokussierten. Wie viele andere Studien kommen die Autor*innen zum Schluss, dass die Verwendung von digitalen Lösungen im Gesundheitswesen und im Krankheitsmanagement ein schnell wachsendes (Forschungs-)Feld darstellt und die Verwendung sowohl für Patient*innen als auch für medizinisches Personal zahlreiche Vorteile

mit sich bringen kann, jedoch die bisherige Evidenz nichts ausreichend ist (LoPresti et al., 2015). Die hier vorgestellte Studie im Bereich Therapie befasst sich mit der Nutzung einer Smartphone-App durch Patient*innen mit Stoffwechselstörungen zum Monitoring von Blutwerten und zur Steigerung der Medikamentenadhärenz. In der Studie konnte eine Steigerung der Medikamentenadhärenz gezeigt werden. Jedoch nutze nach sechs Monaten Interventionsdauer nur noch die Hälfte der Proband*innen die App. Dies ist kongruent mit den Ergebnissen des „Mobile App Engagement Benchmark Report 2021“. Hier wurden Gesundheits-Apps hinsichtlich ihrer Retention Rate² analysiert. Die Autor*innen zeigten für Gesundheit-Apps eine durchschnittliche 90-Tage Retention Rate zwischen 34 % bei medizinischen Apps und 31 % bei Fitness-Apps. Allerdings stieg die Kundenbindung in beiden Kategorien auf 66 % (Medizinische Apps) und 71 % (Fitness-Apps) nachdem die Verbraucher proaktiv innerhalb der App angesprochen wurden (Apptentive, 2021).

Dies macht wie auch im Bereich der Prävention deutlich, dass Konzepte zur Förderung der Langzeitmotivation in die Lösungen integriert werden müssen. Jedoch ist über Gamification-Elemente im Bereich der Therapie und über Erfolgsfaktoren zur kurz- und langfristigen Motivation erst wenig bekannt (Albrecht, 2016).

Digitale Angebote in der Therapie können zudem dabei unterstützen, Wartezeiten zwischen der Diagnose und einer Behandlung zu überbrücken. Insbesondere vor dem Hintergrund der Covid-19 Pandemie besteht ein erhöhter Bedarf an physio- und psychotherapeutischen Angeboten, dem in der bestehenden Versorgungslandschaft und aufgrund verringerter Behandlungskapazitäten in der Pandemie (Adorjan et al., 2021) nicht gerecht werden kann. Schnell verfügbare, niedrighschwellige, digitale Interventionen können hier eine Ergänzung zur Intensivierung einer Behandlung sein oder zur Überbrückung von Wartezeiten verwendet werden.

² Ein Faktor zur Messung des Erfolges einer Anwendung stellt die Anzahl an Downloads dar. Ein immer wichtigerer Faktor für App-Hersteller ist jedoch die Retention Rate. Diese gibt an, welcher Anteil an Nutzer*innen eine jeweilige App tatsächlich über einen bestimmten Zeitraum regelmäßig nutzt (Wuttke, 2020)

3.4 Zusammenführung und Ausblick

Ein Kernthema, auf das sowohl die hier präsentierten eigenen Studien als auch die dargestellte Literatur in dem Bereich iterativ zurückzukommen scheint, ist der erst bedingt erfolgte Einsatz von digitalen Lösungen im Gesundheitswesen. Bislang verläuft der Transfer von digitalen Gesundheitsanwendungen in die Versorgungslandschaft schwerfällig und unstrukturiert (Haring, 2019). Als Ursachen werden an vielen Stellen fehlende Evidenz, mangelnde Gebrauchstauglichkeit und unzulängliche Interoperabilität gesehen. In der aktuellen Gesundheitspolitik gibt es jedoch zahlreiche Bestrebungen, um die auf dem Markt befindlichen Lösungen in die Gesundheitsversorgung zu bringen. Auf Projektebene ist hier das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Cluster „Zukunft der Pflege“ zu nennen, in dem innerhalb eines Pflegeinnovationszentrums (PIZ) und vier Pflegepraxiszentren auf dem Markt befindliche Pflegeinnovationstechnologien zur Adressierung verschiedener Pflegephänomene wie Sturz, Inkontinenz, Dekubitus etc. in den Pflegealltag überführt werden sollen (Offis e.V., 2021). Auf politischer Ebene soll mit Hilfe des „Digitale-Versorgung-und-Pflege-Modernisierungs-Gesetzes“ (DVPMG) die Weiterentwicklung digitaler Gesundheitsanwendungen und deren Erstattung, der Ausbau der Telematikinfrastruktur und die Förderung der digitalen Vernetzung (Deutsches Ärzteblatt, 2021) vorangebracht werden. Für die hier stark thematisierten Gesundheitsapps heißt das, dass sich diese als Digitale Gesundheitsanwendung (kurz: DIGA, nach § 33a Abs. 1 SGB V) zertifizieren lassen können und nach Aufnahme in das Bfarm Verzeichnis verschreibungsfähig sind. Um die Güte der verschriebenen Gesundheitsanwendung mit Bezug auf den medizinischen Nutzen zu gewährleisten müssen die Entwickler*innen einen Effektivitätsnachweis im Rahmen einer klinischen Studie erbringen bzw. den positiven Versorgungseffekt nachweisen. Dieser Prozess ist jedoch sehr zeit- und kostenaufwändig und passt häufig nicht zusammen mit den schnelllebigen Entwicklungszyklen der App-Entwickler*innen (Deutsches Ärzteblatt, 2019). Dennoch kann die Listung beim Bfarm ein Gütesiegel darstellen, um relevante und nachweislich effektive Gesundheits-Apps zu identifizieren und die Verwendung für End-Anwender und Leistungserbringer transparenter zu gestalten. Im nächsten Schritt ist vom Bundesministerium für Gesundheit im Rahmen des Dritten Digitalisierungsgesetzes auch eine Zertifizierungsmöglichkeit für Digitale Pflegeanwendungen (kurz: DIPA) vorgesehen. Dabei geht es um Lösungen wie

physiotherapeutische Programme zur Senkung der Sturzgefahr oder Gedächtnisspiele für Demenz-Betroffene (Bundesministerium für Gesundheit, 2021). Von den in § 33a Abs. 1 SGB V im Rahmen des Digitalen Versorgungsgesetzes verankerten DiGA, sind Digitale Präventions- und Gesundheitsförderungsangebote gem. § 20 SGB V abzugrenzen, die wie andere Präventions- und Gesundheitsförderungsangebote die Entstehung von Erkrankungen zu vermeiden und ein gesundheitsbewusstes Verhalten zu fördern (GKV Spitzenverband, 2020).

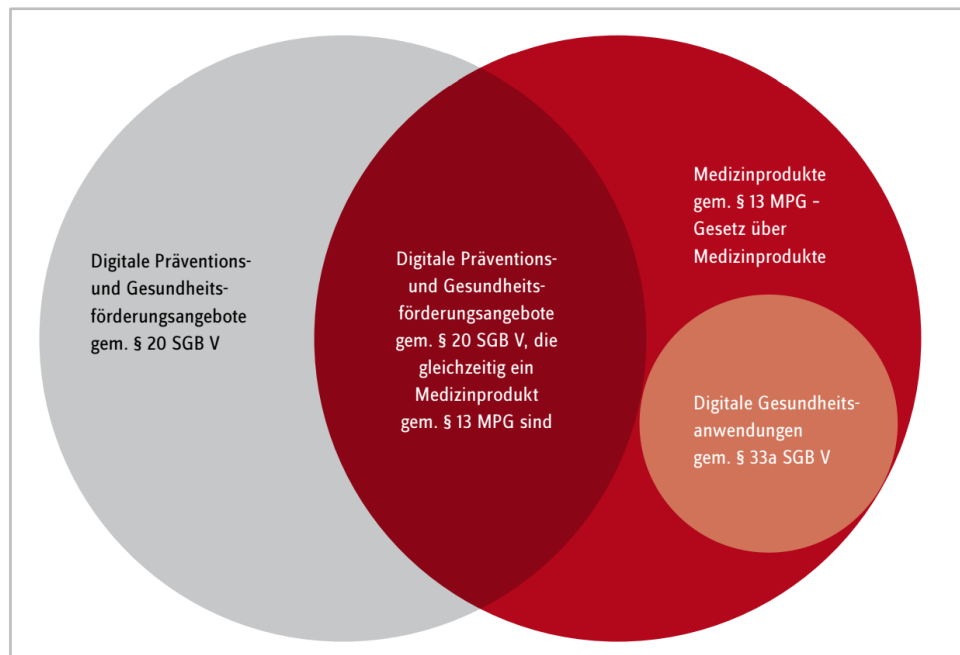


Abbildung 2. Abgrenzung digitaler Angebote und DiGA, Quelle: GKV Spitzenverband (2020), S.129

Im Vergleich zu den DiGA ist für digitale präventive Maßnahmen keine medizinische Indikation erforderlich. Dennoch muss für die digitalen Angebote im Bereich der Prävention gemäß des Leitfadens für Prävention des GKV Spitzenverbandes ein gesundheitlicher Nutzen belegt sein. Zudem müssen verschiedene Kriterien erfüllt sein, die u.a. auch die Gestaltungsqualität hinsichtlich Benutzerfreundlichkeit/ Usability betreffen. Der Leitfaden Prävention weist diesbezüglich zwar darauf hin, dass die digitalen Angebote einfach und intuitiv benutzbar sein sollen und der Umgang leicht erlernbar sein soll (GKV Spitzenverband, 2020), jedoch existieren darüber hinaus kaum konkrete Handlungsempfehlungen zur Gestaltung digitaler Angebote.

Ein weiterer aktueller Entwicklungsstrang, der die Bereiche Prävention, Diagnostik und Therapie gleichermaßen betrifft ist die Verbreitung von Telemedizin und Telemonitoring.

Dabei geht es um die Betreuung von Patient*innen über räumliche Distanzen unter Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien (Bundesministerium für Gesundheit, 2016). Vorreiter im Bereich telemedizinischer Versorgung ist das Herzinsuffizienz-Telemonitoring. Während aktuell zwischen einzelnen Krankenkassen und einzelnen Kliniken Selektivverträge bestehen, soll die telemedizinische Versorgung von Patient*innen mit Herzinsuffizienz ab 2022 in die Regelversorgung aufgenommen werden (Grätzel von Grätz, 2021). Ein Grund dafür, dass der Weg in die Regelversorgung viel Zeit in Anspruch nimmt, ist auch an dieser Stelle fehlende Evidenz, bzw. inkonsistente Ergebnisse in den Studien (Schlingensiepen, 2021).

Jedoch auch wenn Studien die Evidenz einer Gesundheitsanwendung nachweisen, kommt die Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) zu dem Schluss, dass dennoch keine Einführung in die Praxis erfolgt. Als ursächlich dafür sieht das BZgA die mangelnde Kenntnis der Leistungserbringer im Bereich der Evidenzbasierung und die fehlenden zeitlichen und personellen Ressourcen sich mit neuen Methoden und Konzepten vertraut zu machen, diese zu reflektieren und auf Praxistauglichkeit zu prüfen (De Bock et al., 2020). In einer aktuellen Befragung des Fraunhofer IMW (Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie) von niedergelassenen Allgemeinmediziner*innen zeigte sich, dass die Mehrheit der Befragten zwar Chancen in der Verwendung Digitaler Anwendungen sieht (z.B. verbesserte Vernetzung zwischen Ärzt*innen und Patient*innen), jedoch die Erfahrung mit Apps noch sehr begrenzt sind und die Mehrheit der Befragten wenige oder keine Kenntnisse zum Digitalen Versorgungsgesetz haben (Wangler & Jansky, 2020).

Das Ausmaß der Geschwindigkeit der technischen Entwicklungen im eHealth Bereich, der Mangel an Aus- und Weiterbildungskonzepten zur Schulung digitaler Kompetenzen, die notwendige, aber häufig langwierige Auseinandersetzung mit Datenschutz-Themen werden zusammen mit fehlenden Nachweisen der Effizienz digitaler Lösung zusammengefasst auch von Lauterbach und Hörner (2019) als die größten Barrieren beim Voranschreiten der digitalen Gesundheitsversorgung gesehen (Lauterbach & Hörner, 2019). Denn auch wenn viele digitale Lösungen vorrangig von den Patient*innen selbst genutzt werden sollen, bilden Leistungserbringer eine wichtige Schnittstelle, um den Zugang zu digitalen Angeboten zu schaffen, Berührungsängste abzubauen und die Akzeptanz von Patient*innen gegenüber digitaler Lösungen zu steigern.

Die Digitalisierung und die Einführung digitaler Lösungen in den ersten und zweiten Gesundheitsmarkt erfordert zudem eine Auseinandersetzung mit den ethischen, rechtlichen und sozialen Implikationen. Der rechtliche Bereich mit Bezug auf Datensicherheit und Datenschutz liegt in öffentlicher Hand und ist bspw. in der Prüfung durch das BfArM berücksichtigt. Dennoch kommt der Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen zu dem Schluss, dass der Datenschutz neu strukturiert und stärker mit dem Wohl der Patient*innen in Einklang gebracht werden muss und nicht der Verbesserung der Versorgung im Wege stehen darf. Mit einem Gedankenexperiment, bei dem diskutiert wurde, welchen Verlauf die Corona-Pandemie hätte nehmen können, wenn die Corona-Warn-App epidemiologische und medizinische Daten hätte erfassen dürfen, zeigen die Vertreter*innen des Sachverständigenrats, dass der Datenschutz dem Patient*innen- und Gemeinwohl entgegen stehen kann (Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen, 2021).

Entgegen der datenschutzrechtlichen Betrachtung obliegt die ethische Reflexion häufig den Anwendenden. Mit Bezug auf ältere Menschen und geriatrische Patient*innen können hier das richtige Maß zwischen Überwachung und Autonomie einer Person, Generationenkonflikte, die Vermittlung von Kompetenzen zum souveränen Umgang mit digitalen Lösungen sowie die Gefahr von vermehrter Einsamkeit und Isolation ethische Diskussionen hervorbringen. Wiegerling und Heil bezeichnen die Digitalisierung des Gesundheitswesens in diesem Zusammenhang als Pharmakon, das sowohl Heilmittel als auch Gift ist mit zahlreichen ethischen Fragestellungen, die von allen Akteuren des Gesundheitswesens gleichermaßen adressiert werden müssen (Wiegerling & Heil, 2019). Ein ethischer Diskurs erfolgt auch im Rahmen des Achten Altenberichts zum Thema Ältere Menschen und Digitalisierung. Die Autor*innen kommen hierbei zu dem Fazit, dass Aushandlungsprozesse zwischen alle beteiligten Akteuren stattfinden sollen, um die Implementierung und Nutzung von Technologien unter Berücksichtigung aller Perspektiven ethisch zu reflektieren. Des Weiteren wird in dem Bericht darauf hingewiesen eine ethische Reflexion frühzeitig anzustoßen, um eine vorausschauende Gestaltung zu ermöglichen (Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 2020).

In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich bei der Entwicklung und Implementierung von digitalen Lösungen für ältere Menschen nicht nur die Personen selbst zu betrachten, sondern

auch das dazugehörige Netzwerk wie Partner*innen, (pflegende) Angehörige und ggf. medizinisches, pflegerisches und therapeutisches Personal.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es momentan kaum einen Bereich des öffentlichen Lebens gibt, in dem ein derart massiver digitaler Wandel stattfindet, wie das Gesundheitswesen. Insbesondere die Corona-Pandemie hat hierbei noch einmal deutlich gemacht wie dringend gut funktionierende, digitale Lösungen benötigt werden, um die Versorgung der Bevölkerung vor dem Hintergrund des Demografischen Wandels sicherzustellen. Die vorliegende Arbeit kann dabei unterstützen die Herausforderungen der flächendeckenden Implementierung von digitalen Lösungen in den Bereichen Prävention, Diagnostik und Therapie aufzuzeigen und die in großem Umfang geforderte Evidenz zu erbringen.

4 Zusammenfassung

Die Landschaft im Gesundheitswesen ist derzeit von zwei großen Entwicklungssträngen geprägt. Zum einen erfolgt ein gesellschaftlicher Wandel durch die Demografische Entwicklung der Bevölkerung und dem damit zusammenhängenden Fachkräftemangel im Gesundheitswesen sowie durch die immer älter werdende Bevölkerung. Der zweite große Entwicklungsstrang – die Digitalisierung im Gesundheitswesen – kann dabei unterstützen den Herausforderungen, die mit dem Demografischen Wandel einhergehen zu begegnen. Sowohl in der Wirtschaft – mit der Zunahme des Angebots an digitalen Lösungen – als auch in der Politik mit der Verabschiedung des Digitalen Versorgungsgesetzes, der Einführung der elektronischen Patientenakte oder der Zulassung Digitaler Gesundheitsanwendungen (DiGA) und Digitaler Pflegeanwendungen (DiPA) ist das Thema aktuell und voraussichtlich in Zukunft präsent. Trotz der Vielzahl an digitalen Lösungen findet in der Praxis erst ein sehr geringer Anteil dieser Lösungen Anwendung. Als Ursache werden verschiedene Möglichkeiten in der Literatur genannt: (1) die Fokussierung von Entwickler*innen digitaler Lösungen auf den zweiten Gesundheitsmarkt und damit außerhalb der regulären Gesundheitsversorgung, (2) fehlende Evidenz zur Effektivität und Gebrauchstauglichkeit der digitalen Lösungen, (3) fehlende Konzepte zur Schulung von Kompetenzen der Anwender*innen im Umgang mit digitalen Lösungen.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit digitalen Lösungen für Patient*innen und dabei insbesondere für ältere Menschen. Dazu werden digitale Lösungen für die Bereiche Prävention, Diagnostik und Therapie mit den dazugehörigen Chancen und Barrieren dargestellt und der aktuelle Stand der Forschung mit besonderem Blick auf Gebrauchstauglichkeit, Effektivität und Akzeptanz für die drei genannten Versorgungsbereiche aufgezeigt. In sechs eigenen Studien erfolgte die Auseinandersetzung mit Wearables und Apps zu Steigerung der körperlichen Aktivität und Verringerung der Sturzgefahr; im Bereich der Prävention, mit digitalen Unterstützungsmöglichkeiten in der Diagnostik und die Abgrenzung zu papierbasierten Verfahren; und im Bereich der Therapie mit der Möglichkeit zu Steigerung der Medikamentenadhärenz und Therapietreue mit Hilfe einer Smartphone App.

In diesen Studien konnte ein Verständnis zur Nutzung digitaler Lösungen durch ältere Menschen aufgebaut, Handlungsempfehlungen zur zielgruppengerechten Entwicklung und

Gestaltung digitaler Lösungen abgeleitet und ein weiterer Schritt zur Erhöhung der Evidenz hinsichtlich Effektivität in der Versorgung, Gebrauchstauglichkeit und Akzeptanz geleistet werden. Nachdem zunächst ältere Menschen im Fokus standen, erfolgte in der abschließenden Diskussion die gesamtgesellschaftliche Einordnung der Studienergebnisse in den aktuellen Stand der Forschung. Abschließend wird im Ausblick ein Überblick zu aktuellen Entwicklungssträngen im Gesundheitswesen vor dem Hintergrund der Digitalisierung und der Corona-Pandemie gegeben.

5 Literatur

- Adorjan, K., Pogarell, O., Pröbstl, L., Rüb, M., Wiegand, H. F., Tüscher, O., Lieb, K., Wassiliwizky, M., Gerlinger, G., Heinz, A., & Falkai, P. (2021). Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Versorgungssituation in psychiatrischen Kliniken in Deutschland. *Der Nervenarzt*, *92*(6), 562–570. <https://doi.org/10.1007/s00115-021-01129-6>
- Ahmed, I., Ahmad, N. S., Ali, S., Ali, S., George, A., Saleem Danish, H., Uppal, E., Soo, J., Mobasher, M. H., King, D., Cox, B., & Darzi, A. (2018). Medication Adherence Apps: Review and Content Analysis. *JMIR MHealth and UHealth*, *6*(3), e62. <https://doi.org/10.2196/mhealth.6432>
- Ainsworth, J., Palmier-Claus, J. E., Machin, M., Barrowclough, C., Dunn, G., Rogers, A., Buchan, I., Barkus, E., Kapur, S., Wykes, T., Hopkins, R. S., & Lewis, S. (2013). A comparison of two delivery modalities of a mobile phone-based assessment for serious mental illness: Native smartphone application vs text-messaging only implementations. *Journal of Medical Internet Research*, *15*(4), e60. <https://doi.org/10.2196/jmir.2328>
- Albrecht, U. V., von Jan, U., Pramann, O., & Fangerau, H. (2016). Kapitel 7—Gesundheits-Apps im Forschungskontext. *Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA)*. <https://doi.org/10.24355/DBBS.084-201210110913-61>
- Albrecht, U.-V. (2016). Kurzfassung. *Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA)*. <https://doi.org/10.24355/DBBS.084-201210110913-55>
- Albrecht, & von Jan, U. (2018). Apps in der digitalen Prävention und Gesundheitsförderung. In *Haring R. (eds.) Gesundheitswissenschaften*. Springer Reference Pflege - Therapie - Gesundheit. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54179-1_40-1
- Anthes, E. (2020). Alexa, do I have COVID-19? *Nature*, *586*(7827), 22–25. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02732-4>
- Apptentive. (2021). *2021 Mobile App Engagement Benchmark Report*. <https://go.apptentive.com/rs/170-TZF-108/images/2021-Apptentive-Mobile-App-Engagement-Benchmark->

Report.pdf?utm_source=Marketo&utm_medium=email&utm_campaign=EM_MK_ConfirmationEmail&utm_content=Guide_2021-Benchmark-Report_03.16.21 (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Aumann, I., Frank, M., & Pramann, O. (2016). Kapitel 12—Gesundheits-Apps in der Gesetzlichen und Privaten Krankenversicherung. *Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA)*. <https://doi.org/10.24355/DBBS.084-201210110913-67>

Azzopardi-Muscat, N., Ricciardi, W., Odone, A., Buttigieg, S., & Zeegers Paget, D. (2019). Digitalization: Potentials and pitfalls from a public health perspective. *European Journal of Public Health, 29*(Supplement_3), 1–2. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz169>

Barmer. (2020). *Digitale Gesundheitsanwendungen in der Psychotherapie*. <https://www.barmer.de/presse/bundeslaender-aktuell/hessen/standortinfo/aktuelle-ausgabe/digitale-gesundheitsanwendungen-in-der-psychotherapie--241560> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Bäumler, G. (1985). *Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT) nach J. R. Stroop: Handanweisung*. Verl. für Psychologie Hogrefe.

Bengler, K., & Schmauder, M. (2016). Digitalisierung. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 70*(2), 75–76. <https://doi.org/10.1007/s41449-016-0021-z>

Bitkom e.V. (2019). *Zukunft der Consumer Technology – 2019, Marktentwicklung, Trends, Mediennutzung, Technologien, Geschäftsmodelle*. https://www.bitkom.org/sites/default/files/2019-09/190903_ct_studie_2019_online.pdf (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Bitkom e.V. (2020). *Zukunft der Consumer Technology – 2020, Marktentwicklung, Trends, Mediennutzung, Technologien, Geschäftsmodelle*. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/In-der-Pandemie-setzen-mehr-Senioren-auf-Gesundheits->

- Bundesministerium für Gesundheit. (2021). *Spahn: „Machen digitale Anwendungen jetzt auch für Pflege nutzbar“*. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/gesetze-und-verordnungen/guv-19-lp/dvpmg.html> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Changizi, M., & Kaveh, M. H. (2017). Effectiveness of the mHealth technology in improvement of healthy behaviors in an elderly population-a systematic review. *MHealth*, 3, 51. <https://doi.org/10.21037/mhealth.2017.08.06>
- Chen, Y.-R. R., & Schulz, P. J. (2016). The effect of information communication technology interventions on reducing social isolation in the elderly: A systematic review. *Journal of medical Internet research*, 18(1), e18.
- Chopik, W. J. (2016). The benefits of social technology use among older adults are mediated by reduced loneliness. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 19(9), 551–556.
- Craik, F. I. (2000). Age-related changes in human memory. *Cognitive aging: A primer*, 5, 75–92.
- Cruz, D. T. da, & Leite, I. C. G. (2018). Falls and associated factors among elderly persons residing in the community. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 21(5), 532–541. <https://doi.org/10.1590/1981-22562018021.180034>
- Czaja, S. J. (2017). The potential role of technology in supporting older adults. *Public Policy & Aging Report*, 27(2), 44–48.
- De Bock, F., Dietrich, M., & Rehfuess, E. (2020). *Evidenzbasierte Prävention und Gesundheitsförderung. Memorandum der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)*. <https://doi.org/10.17623/BZGA:2020-EPGF-DE-1.0>
- Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung (Hrsg.). (2016). *Diagnostik und Therapie der Dyslipidämien* (Version 2016). Börm Bruckmeier Verlag GmbH.
- Deutsche Hochschule für Prävention und Gesundheitsmanagement. (2018). *Wearables—Tools zur Verhaltensänderung?* <https://www.dhfp.de/newsroom/aktuelles/details/news/wearables-tools-zur-verhaltensaenderung.html> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

- Deutsches Ärzteblatt. (2019). *Mobile Gesundheitsanwendungen: Welche Evidenz ist nötig?* 116(21), A1057/ B-870 / C-858. <https://www.aerzteblatt.de/archiv/207821/Mobile-Gesundheitsanwendungen-Welche-Evidenz-ist-noetig> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Deutsches Ärzteblatt. (2021). *Bundestag beschließt weiteres Digitalisierungs-gesetz.* <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/123659/Bundestag-beschliesst-weiteres-Digitalisierungsgesetz> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Diabetes News Media AG. (2016). *Neues Pflaster soll Glukose ohne Einstich messen.* <https://www.diabetes-news.de/nachrichten/neues-pflaster-soll-glukose-ohne-einstich-messen> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Dionysiotis, Y. (2012). Analyzing the problem of falls among older people. *International Journal of General Medicine*, 5, 805–813. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S32651>
- Erlandson, K. M., Zhang, L., Ng, D. K., Althoff, K. N., Palella, F. J., Kingsley, L. A., Jacobson, L. P., Margolick, J. B., Lake, J. E., & Brown, T. T. (2019). Risk Factors for Falls, Falls With Injury, and Falls With Fracture Among Older Men With or at Risk of HIV Infection. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes (1999)*, 81(4), e117–e126. <https://doi.org/10.1097/QAI.0000000000002074>
- European Commission. (2020). *Digital Economy and Society Index 2020.* <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Fangerau, H., Griemert, M., & Albrecht, U.-V. (2016). Kapitel 9—Gesundheits-Apps und Ethik. *Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA).* <https://doi.org/10.24355/DBBS.084-201210110913-65>
- Farivar, S., Abouzahra, M., & Ghasemaghaei, M. (2020). Wearable device adoption among older adults: A mixed-methods study. *International Journal of Information Management*, 55, 102209. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102209>
- Fischer, F. (2020). Digitale Interventionen in Prävention und Gesundheitsförderung: Welche Form der Evidenz haben wir und welche wird benötigt? *Bundesgesundheitsblatt -*

Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 63(6), 674–680. <https://doi.org/10.1007/s00103-020-03143-6>

Gaßner, K., & Conrad, M. (2010). ICT enabled independent living for elderly. *A status-quo analysis on products and the research landscape in the field of Ambient Assisted Living (AAL) in EU-27*. VDI.

Gilbert, S., Mehl, A., Baluch, A., Cawley, C., Challiner, J., Fraser, H., Millen, E., Montazeri, M., Multmeier, J., Pick, F., Richter, C., Türk, E., Upadhyay, S., Virani, V., Vona, N., Wicks, P., & Novorol, C. (2020). How accurate are digital symptom assessment apps for suggesting conditions and urgency advice? A clinical vignettes comparison to GPs. *BMJ Open*, 10(12), e040269. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-040269>

GKV Spitzenverband. (2020). *Leitfaden Prävention Handlungsfelder und Kriterien nach § 20 Abs. 2 SGB V Leitfaden Prävention in stationären Pflegeeinrichtungen nach § 5 SGB XI*. https://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/krankenversicherung_1/praevention__selbsthilfe__beratung/praevention/praevention_leitfaden/Leitfaden_Praevention_2020_barrierefrei.pdf (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Godfrey, A. (2017). Wearables for independent living in older adults: Gait and falls. *Maturitas*, 100, 16–26.

Goonetilleke, R. S., Hoffmann, E. R., & Luximon, A. (2009). Effects of pen design on drawing and writing performance. *Applied Ergonomics*, 40(2), 292–301. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.04.015>

Grätzel von Grätz, P. (2021). *Herzinsuffizienz-Telemonitoring: Regelversorgung 2022?* <https://e-health-com.de/details-news/herzinsuffizienz-telemonitoring-regelversorgung-2022/> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Haring, R. (Hrsg.). (2019). *Gesundheit digital: Perspektiven zur Digitalisierung im Gesundheitswesen*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57611-3>

- Heimann-Steinert, A., Latendorf, A., Prange, A., Sonntag, D., & Müller-Werdan, U. (2021). Digital pen technology for conducting cognitive assessments: A cross-over study with older adults. *Psychological Research*. <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01452-8>
- Hessel, A., Gunzelmann, T., Geyer, M., & Brähler, E. (2000). Inanspruchnahme medizinischer Leistungen und Medikamenteneinnahme bei über 60jährigen in Deutschland – gesundheitliche, sozialstrukturelle, sozio-demographische und subjektive Faktoren. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 33(4), 289–299.
- Hill, H. (2017). Digitalisierung – Veränderungen und Herausforderungen. *Verwaltung, Informationstechnik & Management*, 101–118.
- Hossain, M. S., Rahman, M. A., & Muhammad, G. (2017). Cyber – physical cloud-oriented multi-sensory smart home framework for elderly people: An energy efficiency perspective. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 103, 11–21.
- Hou, C., Xu, Q., Diao, S., Hewitt, J., Li, J., & Carter, B. (2018). Mobile phone applications and self-management of diabetes: A systematic review with meta-analysis, meta-regression of 21 randomized trials and GRADE. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 20(8), 2009–2013. <https://doi.org/10.1111/dom.13307>
- IDC - International Data Cooperation. (2020). *Worldwide Wearables Market Forecast to Maintain Double-Digit Growth in 2020 and Through 2024, According to IDC*. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46885820> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- IDC - International Data Cooperation. (2021). *Consumer Enthusiasm for Wearable Devices Drives the Market to 28.4% Growth in 2020, According to IDC*. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47534521> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Initiative D21 e.V. (2021). *D21-Digital-Index 2020/ 2021 Wie digital ist Deutschland? Jährliches Lagebild zur Digitalen Gesellschaft*.

- Inouye, S. K., Brown, C. J., & Tinetti, M. E. (2009). Medicare nonpayment, hospital falls, and unintended consequences. *New England Journal of Medicine*, *360*(23), 2390.
- Izawa, K. P., Watanabe, S., Omiya, K., Hirano, Y., Oka, K., Osada, N., & Iijima, S. (2005). Effect of the self-monitoring approach on exercise maintenance during cardiac rehabilitation: A randomized, controlled trial. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *84*(5), 313–321. <https://doi.org/10.1097/01.phm.0000156901.95289.09>
- Kahl, K. (2018). Ada: Künstliche Intelligenz als Diagnosehilfe. *Deutsches Ärzteblatt*, *115*(45), A-2092/B-1728/ C-1706.
- Kessler, C., & Bürgi, F. (2019). *Leitfaden «Wie erreichen wir Männer 65+?» Gendergerechte Gesundheitsförderung im Alter Gesammelte Erfahrungen für Fachleute auf der Umsetzungsebene*. https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/de/5-grundlagen/publikationen/gfia/broschueren/Broschuere_GFCH_2019_07_-_Praxisleitfaden_Maenner_65plus.pdf (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Keum, D. H., Kim, S.-K., Koo, J., Lee, G.-H., Jeon, C., Mok, J. W., Mun, B. H., Lee, K. J., Kamrani, E., Joo, C.-K., Shin, S., Sim, J.-Y., Myung, D., Yun, S. H., Bao, Z., & Hahn, S. K. (2020). Wireless smart contact lens for diabetic diagnosis and therapy. *Science Advances*, *6*(17), eaba3252. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba3252>
- Kirwan, M., Vandelanotte, C., Fenning, A., & Duncan, M. J. (2013). Diabetes self-management smartphone application for adults with type 1 diabetes: Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, *15*(11), e235. <https://doi.org/10.2196/jmir.2588>
- Kixmüller, J. (2020). Smarte Früherkennung—App prüft Stimme auf Corona. *Der Tagesspiegel*. <https://www.tagesspiegel.de/wissen/smarte-frueherkennung-app-prueft-stimme-auf-corona/26645008.html> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Klebbe, R., Steinert, A., & Müller-Werdan, U. (2019). Wearables for Older Adults: Requirements, Design, and User Experience. In I. Buchem, R. Klamma, & F. Wild (Hrsg.), *Perspectives on*

- Wearable Enhanced Learning (WELL)* (S. 313–332). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-64301-4_15
- Klompstra, L., Jaarsma, T., Mårtensson, J., & Strömberg, A. (2017). Exergaming Through the Eyes of Patients with Heart Failure: A Qualitative Content Analysis Study. *Games for Health Journal*, 6(3), 152–158. <https://doi.org/10.1089/g4h.2016.0087>
- Knöppler, K., & Stendera, P. (2019). Transfer von Digital Health in den Versorgungsalltag. In R. Haring (Hrsg.), *Gesundheit digital* (S. 83–97). Springer Berlin Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-57611-3_6
- Kohlschein, C., Werner, C. J., & Meisen, T. (2019). Der Informationsmanagementzyklus im Gesundheitswesen. In R. Haring (Hrsg.), *Gesundheit digital* (S. 67–82). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57611-3_5
- Koivisto, J., & Malik, A. (2020). Gamification for Older Adults: A Systematic Literature Review. *The Gerontologist*, gnaa047. <https://doi.org/10.1093/geront/gnaa047>
- Kreyenfeld, M., & Krapf, S. (2013). *Demografischer Wandel: Geburtenentwicklung und Lebensformen*.
- Latendorf, A., Runde, L. M., Salminen, T., & Steinert, A. (2021). Digitization of neuropsychological diagnostics: A pilot study to compare three paper-based and digitized cognitive assessments. *Aging Clinical and Experimental Research*, 33(6), 1585–1597.
<https://doi.org/10.1007/s40520-020-01668-z>
- Lauterbach, M., & Hörner, K. (2019). Erfolgsfaktoren in der Digitalisierung der Gesundheitsversorgung. In R. Haring (Hrsg.), *Gesundheit digital* (S. 123–142). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57611-3_8
- Lenz, J. (2021). *Medizin-Apps: Zwischen Lifestyle-Helfer und Medizinprodukt*.
<https://www.kuemmerlein.de/aktuelles/einzelansicht/medizin-apps-zwischen-lifestyle-helfer-und-medizinprodukt> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

- Li, J., Ma, Q., Chan, A. H., & Man, S. (2019). Health monitoring through wearable technologies for older adults: Smart wearables acceptance model. *Applied ergonomics*, 75, 162–169.
- LoPresti, M. A., Abraham, M. E., Appelboom, G., Bruyère, O., Slomian, J., Reginster, J.-Y., & Connolly, E. S. (2015). Clinical Trials Using Mobile Health Applications. *Pharmaceutical Medicine*, 29(1), 17–25. <https://doi.org/10.1007/s40290-015-0085-7>
- Malviya, A., Meharkure, R., Narsinghani, R., Sheth, V., & Meshram, P. (2019). Depression Detection Through Speech Analysis: A Survey. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 712–716. <https://doi.org/10.32628/CSEIT1952190>
- Merz, S., Bruni, T., & Gadebusch Bondio, M. (2018). Diagnose App—Wenig Evidenz. *Deutsches Ärzteblatt*, Jg. 115(12), A522–A524.
- Meurer, J., Stein, M., Randall, D., Rohde, M., & Wulf, V. (2014). Social dependency and mobile autonomy: Supporting older adults' mobility with ridesharing ict. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1923–1932.
- Miori, V., & Russo, D. (2017). Improving life quality for the elderly through the Social Internet of Things (SIoT). *2017 Global Internet of Things Summit (GIoTS)*, 1–6.
- Müller, P., & Kubiv, H. (2021). Patent: Blutdruckmessung mit der Apple Watch. *Macwelt*. <https://www.macwelt.de/news/Patent-Blutdruckmessung-mit-der-Apple-Watch-11018000.html> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Müller, R. (2006). Kostenexplosion und demographischer Kollaps. Empirische und systematische sozialwissenschaftliche Präzisierungen zu einigen verbreiteten Annahmen. *Jahrbuch für christliche Sozialwissenschaften*, 47, 077–102.
- Nair, K. S. (2000). Age-related changes in muscle. *Mayo Clinic Proceedings*, 75(1), S14–S18.
- Nelson Kakulla, B. (2020). *2020 Tech Trends of the 50+*. AARP Research. <https://doi.org/10.26419/res.00329.001>

- Nowossadeck, S. (2013). Demografischer Wandel, Pflegebedürftige und der künftige Bedarf an Pflegekräften. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz*, 56(8), 1040–1047.
- Nusbaum, N. J. (1999). Aging and sensory senescence. *Southern medical journal*, 92(3), 267–275.
- Offis e.V. (2021). *Cluster Zukunft der Pflege*. <https://www.cluster-zukunft-der-pflege.de/> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Pack, J., Buck, H., Kistler, E., Mendius, H. G., Morschhäuser, M., & Wolff, H. (2000). Zukunftsreport demographischer Wandel. *Innovationsfähigkeit in einer alternden Gesellschaft*. Bonn: Bundesministerium für Bildung.
- Peel, N. M. (2011). Epidemiology of falls in older age. *Canadian Journal on Aging/La Revue canadienne du vieillissement*, 30(1), 7–19.
- Pfannstiel, M. A., Da-Cruz, P., & Mehlich, H. (Hrsg.). (2019). *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen. 5: Impulse für die Rehabilitation / Mario A. Pfannstiel, Patrick Da-Cruz, Harald Mehlich, Hrsg.* Springer Gabler.
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-23987-9>
- Piefke, M., & Ehlers, J. P. (2019). Möglichkeiten der Digitalisierung einer ambulanten neuropsychologischen Rehabilitation und Telemedizin in der Neurologie, Kardiologie und Psychiatrie. In M. A. Pfannstiel, P. Da-Cruz, & H. Mehlich (Hrsg.), *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen V* (S. 311–325). Springer Fachmedien Wiesbaden.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-23987-9_16
- Pötzsch, O. (2018). Aktueller Geburtenanstieg und seine Potenziale. *Wirtschaft und Statistik*, 3(2018), 72–89.
- Prull, M. W., Gabrieli, J. D., & Bunge, S. A. (2000). *Age-related changes in memory: A cognitive neuroscience perspective*.

- PwC - PricewaterhouseCoopers. (2015). *Media Trend Outlook, Wearables: Die tragbare Zukunft kommt näher*. <https://www.pwc.at/de/images/tmt-studie-3.pdf> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Ransdell, L. B., Robertson, L., Ornes, L., & Moyer-Mileur, L. (2004). Generations Exercising Together to Improve Fitness (GET FIT): A pilot study designed to increase physical activity and improve health-related fitness in three generations of women. *Women & Health, 40*(3), 77–94. https://doi.org/10.1300/j013v40n03_06
- Reitan, R. M. (1992). *Trail Making Test*. Reitan Neuropsychology Laboratory.
- Rutz, M., Kühn, D., & Dierks, M.-L. (2016). Kapitel 5—Gesundheits-Apps und Prävention. In *Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA)*. Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover. https://publikationsserver.tu-braunschweig.de/receive/dbbs_mods_00060010 (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen. (2021). *Digitalisierung für Gesundheit Ziele und Rahmenbedingungen eines dynamisch lernenden Gesundheitssystems*. https://www.svr-gesundheit.de/fileadmin/Gutachten/Gutachten_2021/SVR_Gutachten_2021.pdf (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Schlingensiepen, I. (2021). *Telemonitoring: DGTelemed fordert effektivere Zulassungsprozesse*. <https://www.aerztezeitung.de/Wirtschaft/Telemonitoring-DGTelemed-fordert-effektivere-Zulassungsprozesse-420954.html> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Simmonds, B. a. J., Hannam, K. J., Fox, K. R., & Tobias, J. H. (2016). An exploration of barriers and facilitators to older adults' participation in higher impact physical activity and bone health: A qualitative study. *Osteoporosis International: A Journal Established as Result of Cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA, 27*(3), 979–987. <https://doi.org/10.1007/s00198-015-3376-7>

Statista. (2017). *Umfrage zur Nutzung von Smartwatches und Fitness-Trackern am Handgelenk in Deutschland nach Alter und Geschlecht im Jahr 2017.*

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/454312/umfrage/nutzung-von-smartwatches-und-fitness-trackern-nach-alter-und-geschlecht/> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Statistisches Bundesamt. (2018). *14. Koordinierte Bevölkerungs-voraus-berechnung—Basis 2018.*

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/aktualisierung-bevoelkerungsvorausberechnung.html> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Statistisches Bundesamt. (2020a). *Ältere Menschen.* Statistisches Bundesamt.

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/Aeltere-Menschen/bevoelkerung-ab-65-j.html> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Statistisches Bundesamt. (2020b). *Statistisches Jahrbuch 2019.*

file:///C:/Users/Steinera/Downloads/study_id66670_todesursachen.pdf (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Statistisches Bundesamt. (2021a). *Altenquotient.* <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/Glossar/altenquotient.html?view=getColorboxEntry>

(zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Statistisches Bundesamt. (2021b). *Bevölkerung nach Altersgruppen (ab 2011).* Statistisches

Bundesamt. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/liste-altersgruppen.html> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Statistisches Bundesamt. (2021c). *Bevölkerungsstand: Amtliche Einwohnerzahl Deutschlands 2021.*

https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/_inhalt.html (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Statistisches Bundesamt. (2021d). *Demografischer Wandel*. Statistisches Bundesamt.

https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/_inhalt.html

(zuletzt abgerufen am: 30.09.21)

Steinert, A., Buchem, I., Merceron, A., Kreutel, J., & Haesner, M. (2018). A wearable-enhanced fitness program for older adults, combining fitness trackers and gamification elements: The pilot study fMOOC@Home. *Sport Sciences for Health*. <https://doi.org/10.1007/s11332-017-0424-z>

Steinert, A., Eicher, C., Haesner, M., & Steinhagen-Thiessen, E. (2020). Effects of a long-term smartphone-based self-monitoring intervention in patients with lipid metabolism disorders. *Assistive Technology*, 32(2), 109–116. <https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1493710>

Steinert, A., Haesner, M., & Steinhagen-Thiessen, E. (2018). Activity-tracking devices for older adults: Comparison and preferences. *Universal Access in the Information Society*. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0539-7>

Steinert, A., Sattler, I., Otte, K., Röhling, H., Mansow-Model, S., & Müller-Werdan, U. (2020). Using New Camera-Based Technologies for Gait Analysis in Older Adults in Comparison to the Established GAITRite System. *Sensors*, 20(1), 125. <https://doi.org/10.3390/s20010125>

Steinert, A., Wegel, S., & Steinhagen-Thiessen, E. (2015). Selbst-Monitoring der physischen Aktivität von Senioren: Einsatz von Schrittzählern. *HeilberufeScience*. <https://doi.org/10.1007/s16024-015-0251-6>

Terhorst, Y., Rathner, E.-M., Baumeister, H., & Sander, L. (2018). «Hilfe aus dem App-Store?»: Eine systematische Übersichtsarbeit und Evaluation von Apps zur Anwendung bei Depressionen. *Verhaltenstherapie*, 28(2), 101–112. <https://doi.org/10.1159/000481692>

Wangler, J., & Jansky, M. (2020). Gesundheits-Apps als Instrumente der Prävention? – Eine Interviewstudie zu Potenzialen für das hausärztliche Setting. *Prävention und Gesundheitsförderung*, 15(4), 340–346. <https://doi.org/10.1007/s11553-020-00769-x>

- Wiegerling, K., & Heil, R. (2019). Gesellschaftliche und ethische Folgen der digitalen Transformation des Gesundheitswesens. In R. Haring (Hrsg.), *Gesundheit digital* (S. 213–227). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57611-3_12
- Wittmer, A., & Linden, E. (2017). Zukunft Mobilität: Gigatrend Digitalisierung. *Universität St. Gallen*.
Abrufbar unter: <https://www.alexandria.unisg>. (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Wu, I. X. Y., Kee, J. C. Y., Threapleton, D. E., Ma, R. C. W., Lam, V. C. K., Lee, E. K. P., Wong, S. Y. S., & Chung, V. C. H. (2018). Effectiveness of smartphone technologies on glycaemic control in patients with type 2 diabetes: Systematic review with meta-analysis of 17 trials: Smartphone for Type 2 Diabetes: Meta-analysis. *Obesity Reviews*, *19*(6), 825–838.
<https://doi.org/10.1111/obr.12669>
- Wuttke, L. (2020). *Retention Rate (Kundenbindungsrate): Definition, Berechnung & Maßnahmen*.
<https://datasolut.com/wiki/retention-rate-kundenbindungsrate/> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Wyss, C. (2017). *Lifestyle- oder Medizinprodukt? Regulatorische Anforderungen an Medical Apps*.
<https://www.vischer.com/know-how/blog/lifestyle-oder-medizinprodukt-regulatorische-anforderungen-an-medical-apps-38434/> (zuletzt abgerufen am: 30.09.21)
- Zhang, Q., Guo, X., & Vogel, D. (2020). Addressing elderly loneliness with ICT Use: The role of ICT self-efficacy and health consciousness. *Psychology, Health & Medicine*, 1–9.

6 Danksagung

Auch wenn es dem nicht annähernd gerecht wird, möchte ich mich mit dieser Seite allen Personen bedanken, die auf unterschiedliche Art und Weise zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Ich bedanke mich bei der gesamten Forschungsgruppe Geriatrie, dabei insbesondere bei Fr. Prof. Müller-Werdan, PD Dr. Nils Lahmann und dem Team der AG Alter & Technik für die inhaltliche Unterstützung und Inspiration, sowie das positive und motivierende Arbeitsklima.

Ich bedanke mich bei meinen Eltern Katrin & Marko, meinen engsten Freunden und vor allem bei meinem Ehemann Oliver, der mich mit viel Liebe und Humor bei allem unterstützt, was ich mir vornehme.

7 Eidesstattliche Erklärung

§ 4 Abs. 3 (k) der HabOMed der Charité

Hiermit erkläre ich, dass

- weder früher noch gleichzeitig ein Habilitationsverfahren durchgeführt oder angemeldet wurde,
- die vorgelegte Habilitationsschrift ohne fremde Hilfe verfasst, die beschriebenen Ergebnisse selbst gewonnen sowie die verwendeten Hilfsmittel, die Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftlern/Wissenschaftlerinnen und mit technischen Hilfskräften sowie die verwendete Literatur vollständig in der Habilitationsschrift angegeben wurden,
- mir die geltende Habilitationsordnung bekannt ist.

Ich erkläre ferner, dass mir die Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis bekannt ist und ich mich zur Einhaltung dieser Satzung verpflichte.

7. Oktober 2021

Datum

Unterschrift