

Untersuchung von Kostendämpfungspotentialen im österreichischen Gesundheitswesen durch den Einsatz von frei verfügbaren Wearables in der Telemedizin

Bachelorarbeit

eingereicht von: **Robert Füreder**
Matrikelnummer: 51905458

im Fachhochschul-Bachelorstudiengang Wirtschaftsinformatik (0470)
der Ferdinand Porsche FernFH

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Bachelor of Arts in Business

Betreuung und Beurteilung: Dr. Joachim Günter Steinwendner, MSc

Wiener Neustadt, Mai 2022

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit,

1. dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Inhalte, die direkt oder indirekt aus fremden Quellen entnommen sind, sind durch entsprechende Quellenangaben gekennzeichnet.
2. dass ich diese Bachelorarbeit bisher weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit zur Beurteilung vorgelegt oder veröffentlicht habe.

Bad Hall, 31. Mai 2022



Unterschrift

Creative Commons Lizenz

Das Urheberrecht der vorliegenden Arbeit liegt bei beim Autor. Sofern nicht anders angegeben, sind die Inhalte unter einer Creative Commons „Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz“ (CC BY-NC-SA 4.0) lizenziert.

Die Rechte an zitierten Abbildungen liegen bei den in der jeweiligen Quellenangabe genannten Urheber*innen.

Die Kapitel 1 bis 4 der vorliegenden Bachelorarbeit wurden im Rahmen der Lehrveranstaltung „Bachelor Seminar 1“ eingereicht und am 14.05.2022 als Bachelorarbeit 1 angenommen.

Kurzzusammenfassung: Untersuchung von Kostendämpfungspotentialen im österreichischen Gesundheitswesen durch den Einsatz von frei verfügbaren Wearables in der Telemedizin

Die Kostensteigerungen im österreichischen Gesundheitswesen liegen seit Jahren über den Wachstumsraten des BIP. Die Gründe liegen unter anderem im demographischen Wandel und im Anstieg sogenannter Zivilisationskrankheiten. In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, ob eine Kostendämpfung durch den Einsatz von Wearables in der Telemedizin erreicht werden kann. Basierend darauf wurden zunächst die ökosozialen, technischen und rechtlichen Aspekte sowie der aktuelle Stand der Literatur erhoben und anhand beispielhafter Wearables der Funktionsumfang solcher Geräte beschrieben. Weiters wurde dargelegt, dass die DSGVO und das Medizinproduktegesetz den rechtlichen Rahmen für die Zulassung und Betrieb von Wearables in der Medizin bilden. In der folgenden Analyse wurde am Beispiel von drei konkreten Anwendungsszenarien (HerzMobil Tirol, Telecovid und SteadyTemp®) der Einsatz von Wearables beschrieben. Neben der Erläuterung der einzelnen Projektziele und der eingesetzten Technologien wurden Kostenmodelle entwickelt und daraus etwaige Einsparungspotentiale abgeleitet. Nach genauer Ergebnisanalyse zeigte sich, je durchgängiger die Prozesskette bei der Anwendung von Wearables ist, desto höher stellt sich das nachgewiesene Kostendämpfungspotentiale dar. Die Einsatzmöglichkeiten von Wearables in der Telemedizin sind in Österreich noch wenig ausgenutzt und sollten im Sinne einer personalisierten Medizin forciert werden.

Schlagwörter:

Wearable, Datenschutz, Medizinprodukt, Telemedizin, Gesundheitswesen, Kostendämpfung, Österreich

Abstract: Investigation of cost reduction potentials in the Austrian health care system using freely available wearables in telemedicine

The cost increases in the Austrian health care system have been above the GDP growth rates for years. The reasons for this include demographic change and the increase in so-called diseases of civilisation. This paper examines whether cost containment can be achieved through the use of wearables in telemedicine. Based on this, the ecosocial, technical and legal aspects as well as the current state of the literature were first collected and the functional scope of such devices was described on the basis of exemplary wearables. Furthermore, it was explained that the GDPR and the Medical Devices Act form the legal framework for the approval and operation of wearables in medicine. In the following analysis, the use of wearables was described using the example of three concrete application scenarios (HerzMobil Tirol, Telecovid and SteadyTemp®). In addition to explaining the individual project goals and the technologies used, cost models were developed and any potential savings derived from them. After a detailed analysis of the results, it became clear that the more integrated the process chain is in the use of wearables, the higher the proven cost reduction potential. The application possibilities of wearables in telemedicine are still little exploited in Austria and should be pushed in the sense of personalised medicine.

Keywords:

wearable, data privacy, medical product, telehealth, healthcare, cost reduction, Austria

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	5
1.1 Ökosoziale Aspekte	6
1.1.1 Demographischer Wandel	6
1.1.2 Betreuung und Pflege im Alter	7
1.1.3 Gesundheit im Alter	7
1.1.4 Alter, Technik und Medizin	8
1.2 Technische Aspekte	9
1.2.1 Definition Telemedizin	9
1.2.2 Anwendungsgebiete Telemedizin	9
1.2.3 Nutzen und Herausforderung von Telemedizin	10
1.2.4 Implementierung in Österreich	11
1.3 Kosten Gesundheitswesen	13
1.3.1 Allgemeine Entwicklung	13
1.3.2 Situation in Österreich	13
2. AKTUELLE LITERATUR	16
3. WEARABLES	20
3.1 Technische Aspekte	20
3.1.1 Begriffsdefinition und Anforderung	20
3.1.2 Technische Parameter ausgesuchter Wristwear-Wearables	22
3.2 Rechtliche Aspekte	25
3.2.1 Sicherheitsaspekte	25
3.2.2 Medizinproduktegesetz	26
4. AUSGEWÄHLTE TELEMEDIZINISCHE ANWENDUNGS-BEREICHE MIT WEARABLES	30
4.1 Vorhofflimmern	30
4.2 Epilepsie	30
4.3 Telemonitoring	31

5. ANALYSE VON ANWENDUNGSSZENARIEN UND KOSTENBETRACHTUNG	32
5.1 HerzMobil Tirol	32
5.1.1 Ziel des Programmes	33
5.1.2 Prozessbeschreibung	33
5.1.3 Eingesetzte Technik	34
5.1.4 Abrechnungsmodell	36
5.1.5 Kostendämpfungspotential	36
5.2 Telecovid – Fernüberwachung von Patienten bei Covid-19, Technische Universität München (TUM)	38
5.2.1 Ziel des Programmes	38
5.2.2 Prozessbeschreibung	39
5.2.3 Eingesetzte Technologie	40
5.2.4 Kostenmodell	43
5.2.5 Kostendämpfungspotential	44
5.3 Klebe – Achsel – Thermometer „SteadyTemp®“	46
5.3.1 Einsatz im Gesundheitsbereich	46
5.3.2 Eingesetzte Technologie	47
5.3.3 Kostendämpfungspotential	49
6. ERGEBNIS UND AUSBLICK	51
6.1 Zusammenfassung	51
6.2 Ergebnis und Schlussfolgerung	52
6.3 Ausblick	54
LITERATURVERZEICHNIS	55
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	60
TABELLENVERZEICHNIS	62

1. Einleitung

Die Miniaturisierung der Technik bewirkt in vielen Lebensbereichen des Menschen große Veränderungen. Waren vor einigen Jahren Computer auf Grund ihrer Dimensionen auf einen Standort gebunden, so begleiten sie uns heute in der Form unseres Smartphones, der Fitnessuhr, des Kopfhörers und des intelligenten Hörgerätes untertags auch in unseren Ruhezeiten (Klöß 2020). Sie unterstützen uns in verschiedensten Lebenssituationen, erfassen durch Sensoren geographische und physikalische Werte und können diese Dokumentieren, Auswerten, Bearbeiten, Interpretieren und Versenden. Die am Körper getragenen Minicomputer, die Wearables, haben eine so hohe Präzision entwickelt, dass einige frei am Markt verfügbare Geräte eine Zulassung als Medizinprodukt erlangt haben (Gätzel von Grätz 2019).

Neue medizinische Konzepte, welche eine Ferndiagnostik sowie -therapie erlauben und die Patientenströme mehr von den Gesundheitseinrichtungen fernhalten, sind daraufhin in den letzten Jahren entwickelt worden (Fotteler and Denkinger 2021). Dies unterstützt damit auch den Österreichischen Zielsteuerungsvertrag auf Bundesebene „Zielsteuerung-Gesundheit“, durch telemedizinische Anwendungen die Versorgungs- und Behandlungsprozesse zu optimieren (BMGF 2017).

Der stationäre Aufenthalt in einem Krankenhaus zählt zu den kostenintensivsten Behandlungen im Gesundheitswesen. Diesen, bei gleichbleibender Behandlungsqualität, zu verringern, kann durch den Einsatz von Telemedizin unterstützt werden. Doch auch der Betrieb von Telemedizin ist nicht kostenlos, erfordert einen hohen Technikeinsatz sowie ausgebildetes technisches und medizinisches Personal für die Bedienung und Aufrechterhaltung des Betriebes.

Daraus wird folgende Forschungsfrage abgeleitet:

Führt der Einsatz von frei am Markt verfügbaren Wearables in der Telemedizin potenziell zu einer Dämpfung des Kostenanstieges im österreichischen Gesundheitswesen?

Ausgehend von der Annahme, dass mit der Nutzung von Cloudservices, der nahezu flächendeckenden Datennetzwerkversorgung und bereits vorhandenen mobilen Anwendungen, wird die Hypothese aufgestellt, dass der Einsatz von frei am Markt verfügbaren Wearables in der Telemedizin zu einer Dämpfung des Kostenanstieges im österreichischen Gesundheitswesen führt.

Zur Problemlösung und zur Verifikation der Hypothese wird folgende Methodik angewendet:

- Erstellen einer Marktanalyse der als Medizinprodukt zugelassenen, frei am Markt verfügbaren Wearables in Österreich durch Recherchearbeit im Internet
- Darlegung von realisierten und zukünftigen Anwendungsszenarien von Wearables in der Telemedizin durch Recherchearbeit im Internet und

Experteninterviews mit Gesundheitsdiensteanbietern (GDA) und fachspezifischen IT-Dienstleistern

- Ableiten der möglichen Kostendämpfungspotentiale anhand der realisierten und zukünftigen Anwendungsszenarien durch das Erstellen eines Kostenmodells basierend auf aktuell verfügbaren Gesundheitskosten und Telemedizin-Providermodellen

Diese Arbeit soll das Potential von frei verfügbaren Wearables erforschen und Gedankenanstöße für neue telemedizinische Konzepte geben.

Der kontinuierliche Anstieg der Gesundheitskosten über der Entwicklung des BIP ist nicht nur ein Faktum in Österreich (Statistik Austria 2021a) sondern eine weltweite Herausforderung. Die Gründe sind durch ökosoziale und technische Gründe getrieben.

1.1 Ökosoziale Aspekte

1.1.1 Demographischer Wandel

Die demographische Entwicklung hin zu einer Überalterung der Gesellschaft ist in allen entwickelten Nationen ein Faktum. Mit steigendem Wohlstand und besserer sozialer Absicherung sinkt die Geburtenrate kontinuierlich. Diese markante Entwicklung ist weltweit erkennbar (Abb. 1) (Klein 2020).



Abbildung 1: Anzahl der Geburten halbiert sich bis 2100
Quelle: Vollset et al. 2020

Die Entwicklung in Österreich ist in den vergangenen Jahrzehnten diesem weltweiten Trend gefolgt und scheint sich auf einem niedrigen Niveau zu stabilisieren (Abb. 2). Bei

moderat steigender Bevölkerungsanzahl und steigender Lebenserwartung wird sich der Anteil der älteren Bevölkerungsschichten folglich erhöhen.

	1991	2018	2080
Bevölkerungszahl	7,80 Mio.	8,84 Mio.	9,93 Mio.
Durchschnittsalter	38,1 Jahre	42,7 Jahre	47,5 Jahre
Anteil im Ausland Geborener	6,6%	19,4%	26,9%
Fertilitätsrate / durchschnittl. Fertilitätsalter	1,51 / 27,2 Jahre	1,48 / 30,9 Jahre	1,60 / 33,0 Jahre
Lebenserwartung (männl./weibl.)	72,3 / 79,0 Jahre	79,3 / 84,0 Jahre	89,4 / 92,2 Jahre
Erwerbspersonen (inkl. Anstaltshaushalte)	3,68 Mio.	4,58 Mio.	4,77 Mio.
Erwerbsquote (15–64 Jahre; inkl. Anstaltshaushalte)	69,7%	76,2%	81,9%

Abbildung 2: Bevölkerungsstand und Struktur Österreich
Quelle: Statistik Austria 2019

1.1.2 Betreuung und Pflege im Alter

Diese Entwicklungen haben eine Auswirkung auf das österreichische Gesundheitswesen. Neben steigenden Kosten für eine qualitative, flächendeckende Gesundheitsversorgung und Pflege ist die Deckung des Bedarfs an ausgebildeten Pflegekräften die große Herausforderung für die Zukunft (Holzer 2019). Neue Formen der medizinischen und therapeutischen Betreuung werden in den Vordergrund rücken. Sie sollen den personellen Aufwand bei gleichzeitiger Sicherstellung der medizinischen und pflegerischen Qualität sicher stellen. Generationenhäuser, Hauskrankenpflege, Telemedizin ermöglichen eine längere Selbständigkeit und Selbstbestimmtheit im Alter und tragen zu einer Reduzierung der Krankenhausaufenthalts und benötigten Pflegeplätzen bei (BMSGPK 2019a). Allerdings führt dies nicht zwangsläufig zu einer Reduzierung des medizinischen und therapeutischen Bedarfs, da gerade die wohlstandsbedingten Herz-Kreislaufkrankungen, Diabetes und Krebs (Zivilisationskrankheiten) das Gesundheitswesen fordern werden (in-form 2021).

1.1.3 Gesundheit im Alter

Für die Studie "Global Burden of Disease" (The Lancet 2018) analysierten Forscher seit den 90er Jahren die wichtigsten Gesundheitsrisiken auf der Welt. Auffällig war dabei, dass die sogenannten „Zivilisationskrankheiten“ für mehr als die Hälfte der weltweit 56

Millionen Todesfälle im Jahr 2017 verantwortlich sind. Die vier Hauptrisikofaktoren dafür waren hoher Blutdruck, Rauchen, hohe Blutzuckerwerte und Übergewicht. Sie gewannen im Vergleich zu 1990 an Bedeutung.

„Insgesamt waren 2017 über 73 Prozent der Todesfälle auf nicht übertragbare Krankheiten zurückzuführen. An erster Stelle waren dabei die Herz-Kreislauferkrankungen (17,8 Millionen Opfer, 32%), Krebs (9,6 Millionen Tote, 17%) und chronische Atemwegserkrankungen (3,9 Millionen Todesopfer, 7%). Übergewicht und Fettsucht sind weltweit überall auf dem Vormarsch“ wird in einem Bericht der ORF Wissenschaftsabteilung zusammengefasst (science.ORF.at/APA/dpa 2018).

Die Zahlen von Österreich zeichnen ein ähnliches Bild. Von den 91.599 Sterbefällen im Jahre 2020 verstarben 36% an Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystem, 23% an Krebs und 5% an Atmungserkrankungen (Statistik Austria 2021b). Wie aus dem Diabetes Jahresbericht 2017 des Sozialministeriums hervorgeht, leiden 5-7% der österreichischen Bevölkerung an Diabetes Type-2. Die Todesursache durch Diabetes betrug im Jahre 2016 4,1% (3.300 Menschen) und liegt im internationalen Spitzenfeld und über den EU28 Durchschnitt (BMFG 2017).

Bei der Bekämpfung der Grundursachen für das Auftreten dieser Zivilisationskrankheiten könnten auch die Fern-Behandlungsmöglichkeiten ein wesentlicher Faktor in der medizinischen Versorgung werden. Das schließt nicht nur die medizinische Betreuung der bereits erfolgten Erkrankung ein, sondern auch präventive Maßnahmen.

1.1.4 Alter, Technik und Medizin

Die rasante IT-technische Entwicklung im Bereich der medizinischen Diagnostik, Behandlung und Betreuung könnte mithelfen, diesen hohen Bedarf an neuen medizinischen Fern-Betreuungsmodellen abzudecken.

Die natürliche Scheu von älteren Personen vor der Nutzung von elektronischen Geräten ist in den letzten Jahren gesunken (Statista 2021). Das Smartphone, oft auch ein spezielles Senioren Handy, ist zu einem vertrauten Begleiter geworden. Gerade durch die Corona Pandemie hat sich dieser Trend verstärkt und den Wunsch von älteren Personen an der Teilhabe an den neuen Kommunikationsformen (soziale Netzwerke) unterstützt (Seifert 2021). Der vielfach geübte Umgang mit Computer, Internet und Co. kann damit eine gute Voraussetzung sein um auch IT-gestützte medizinische Fern-Betreuungsmodelle (Telemedizin) breitflächig etablieren zu können.

Einfache Alarmierungssysteme zur Sturzerkennung bzw. Notfallauslösung sind schon etabliert (Rotes Kreuz, Landesverband OÖ 2020; Sedimentum AG 2022). Durch die fortschreitende Entwicklung und Miniaturisierung sind jetzt auch frei am Markt verfügbare, kompakte und intelligente Geräte (Wearables) verfügbar, welche direkt am

Körper getragen werden können. Diese erfassen und verarbeiten durch moderne Sensorik permanent Vitalwerte und übertragen via mobiler Übertragungstechniken die Rohwerte an Speicher- oder Auswertestationen.

Für einen breiten Einsatz dieser Wearables ist ein wichtiger Schritt, dass einige als Medizinprodukte zugelassen worden sind und somit für medizinische Zwecke genutzt werden können.

1.2 Technische Aspekte

1.2.1 Definition Telemedizin

Der Begriff der Telemedizin wurde mit der vermehrten Nutzung von Fernmeldesystemen für die medizinische Ferndiagnostik geboren. Durch den vertiefenden Einsatz von EDV im Bereich der Medizin wurden die Anwendungsmöglichkeiten ausgebaut und kontinuierlich erweitert. Historisch betrachtet ist Überwindung der räumlichen Trennung von GDA und Patient*in die Triebkraft für die Etablierung der Telemedizin. Beispiele sind in der Raumfahrt (hier auch Telemetrie), bei Expeditionen (Arktis, Antarktis), in militärischen Einsätzen oder getrieben durch die aktuelle Covid-19 Pandemie (Steinwendner 2020) zu finden. Auch Länder mit einer großen Flächenausdehnung und geringer Bevölkerungsdichte haben früh einen Aufbau an telemedizinischen Anwendungen voran getrieben (Beckers 2015).

Telemedizin wird vom Österreichischen Sozialministeriums als „... Bereitstellung oder Unterstützung von Leistungen des Gesundheitswesens mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), wobei Patientin bzw. Patient und Gesundheitsdiensteanbieter (GDA, das sind insbesondere Ärztinnen und Ärzte, Apotheken, Krankenhäuser und Pflegepersonal) oder zwei GDA nicht am selben Ort anwesend sind. Voraussetzung dafür ist eine sichere Übertragung medizinischer Daten für die Prävention, Diagnose, Behandlung und Weiterbetreuung von Patientinnen und Patienten in Form von Text, Ton und/oder Bild“ (BMSGPK 2019b).

1.2.2 Anwendungsgebiete Telemedizin

Telemedizin kann in zwei Kategorien eingeteilt werden.

Telemedizinische Anwendungsbereiche bei denen in klassischen medizinischen Fachgebieten durch den Einsatz von IKT Technologien standortübergreifend durch Spezialisten an einer Patientin, einem Patienten, gemeinsam gearbeitet werden kann (DGTelemed 2021). Ein etablierter Anwendungsfall ist das Tumorboard der OÖ Krankenanstalten, bei dem GDA-übergreifend im Rahmen einer Videokonferenz

Krankheitsbilder beurteilt und Diagnosen gemeinsam besprochen werden (Tumor Zentrum Oberösterreich 2021). Der fachliche Austausch, die Einholung weiterer Meinungen und die Ermöglichung einer wohnortnäheren Behandlung wird damit unterstützt. Ein ähnlicher, patientenfreundlicher Ansatz wird in der Teledermatologie umgesetzt. Hierbei werden hochauflösende Bilder und Videosequenzen von Hautveränderungen live an die/den Spezialist*in im Schwerpunktkrankenhaus gesendet, begutachtet und in Abstimmung mit dem lokalen Personal die Diagnose und der weitere Behandlungsverlauf erstellt. Weitere Anwendungsbereiche gibt es in der Telechirurgie, Telediabetologie, Telekardiologie, Teleneurologie, Teleophthalmologie, Telepathologie, Telepsychiatrie, Teleradiologie, Telerehabilitation und Telesomnologie (DGTelemed 2021).

In die Kategorie der telemedizinischen Dienstleistungen - unabhängig davon, wo sich der GDA, der/die Patient*in, die involvierten erfassenden und auswertenden Geräte befinden - können sein (DGTelemed 2021):

- Telediagnostik: Diagnoseerstellung durch räumlich entfernten Kompetenzzentren (z.B. Telekardiologie)
- Telekooperation: Gemeinsame Bearbeitung von Krankheitsbildern, Diagnosen und Therapieempfehlungen
- Telekonsultation/Telekonzil: Fern-Zugriff zum Wissen und Erfahrung einer/eines Spezialisten*in (z.B. Teleradiologie)
- Teletherapie: Fern-Anleitung und Fern-Korrektur bei Therapieeinheiten
- Telemonitoring: Fernüberwachung einer/eines Patienten*in im und außerhalb des Krankenhauses (z.B. Fern-Herzrhythmusüberwachung)
- Telemedizinische Notfallversorgung: Notfallversorgungs-Anweisungen an Laien über Telefon oder Datenverbindungen bei Akutfällen
- Telekonferenz: Beiziehung eines entfernten GDA bei einer laufenden medizinischen Behandlung

1.2.3 Nutzen und Herausforderung von Telemedizin

Basierend auf den Erkenntnissen, dass Herz-Kreislaufkrankheiten eine der häufigsten Todesursachen darstellen und in einer älter werdenden Bevölkerung chronische Erkrankungen zunehmen, kann Telemedizin ein enormes Potential für eine kosteneffiziente wie qualitative Bereitstellung und Unterstützung von Leistungen des Gesundheitswesens bereitstellen (science.ORF.at/APA/dpa 2018). Weiters kann Telemedizin den Zugang zur hohen Qualität in der Gesundheitsversorgung auch in der Fläche sichern.

Folgende Nutzeneffekte können erzielt werden:

- Stärkung der autonomen Lebensführung in gewohnter sozialen Umgebung
- bessere Erfassung und Dokumentation der Vitalparameter
- verkürzte Reaktionszeit zwischen Beschwerdebeginn und medizinischer Hilfe
- Reduktion von Krankenhausaufenthalten und stationären Kontrollterminen
- Kostendämpfung, vor allem beim Einsatz personeller Ressourcen

Die Herausforderungen sind in der Vergangenheit in der technischen Umsetzung gelegen. Die ausreichende, stabile Erreichbarkeit der zu betreuenden Personen per Datenverbindung stellte eine große Hürde dar. Durch den flächendeckenden Aufbau von Datennetzen wurden diese Einschränkungen beseitigt (nPerf SAS 2022). Mit 4G und dem im Aufbau befindlichen 5G Mobilfunknetzen stehen Bandbreiten für datenintensive Anwendungen zur Verfügung. Smartphones, Wearables in Form von speziellen Sensoren oder Smartwatches sind jetzt in der breiten Masse der Bevölkerung angekommen und der Umgang damit in den Alltag integriert (Klöß 2020).

Für den Einsatz in der Telemedizin ist eine Zulassung der eingesetzten Wearables als Medizinprodukt Voraussetzung. Hier ist zu beachten, ob das Erfassungsgerät und / oder die entsprechende Auswertesoftware bzw. App eine Zulassung haben. In der Europäischen Union gilt die Verordnung (EU) 2017/745 (Medizinproduktegesetz) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2017 (EU 2017).

Gerade in EU Raum ist durch die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) der Umgang mit personenbezogenen Daten einem sehr strengen rechtlichen Reglement unterworfen worden. Neben der nachweislichen, persönlichen Zustimmung der Nutzung von Gesundheitsdaten ist auch eine sichere, verschlüsselte Datenübertragung erforderlich und eine Verarbeitung außerhalb der EU sehr enge Grenzen gesetzt (DSGVO, Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates 2016).

Nicht zuletzt sind auch Verrechnungsmodalitäten mit den Versicherungsträgern vielfach noch nicht verhandelt. Bürokratische Hindernisse bremsen derzeit den Einsatz der Wearables (Beckers 2015).

1.2.4 Implementierung in Österreich

Um den rasanten technischen Fortschritt für das Gesundheitswesen nutzbar zu machen, wurde 2013 seitens des Österreichischen Sozialministeriums eine Telegesundheitsdienste-Kommission (TGDK) eingerichtet, um Empfehlungen zur Einführung konkreter telemedizinischer Dienste in die Regelversorgung in Österreich zu erstellen. Im Mittelpunkt standen vor allem Anwendungsbereiche zur Versorgung chronisch Kranker (BMSGPK 2019a).

Die TGDK schlug 2014 vor, den Einsatz von Telemonitoring bei Indikationen von Herzinsuffizienz, Diabetes mellitus und eventuell auch bei der Implantat-Nachsorge weiter zu behandeln (BMG 2014).

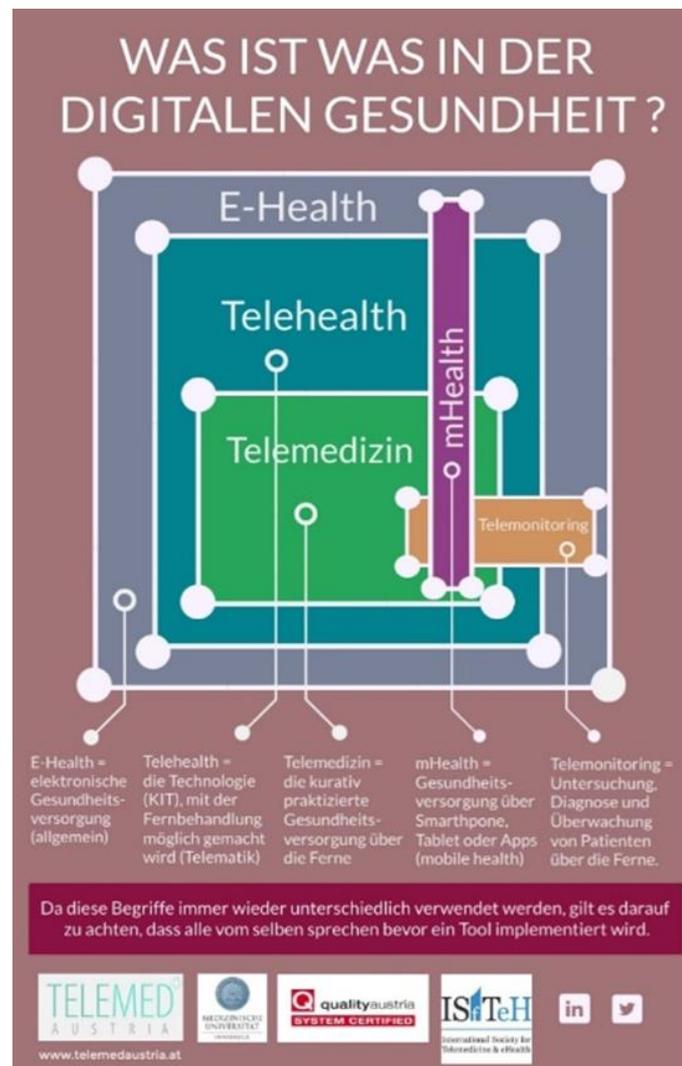


Abbildung 3: Was ist Was in der digitalen Gesundheit
Quelle: telemedaustria 2020

Ein besonderes Augenmerk wurde auf die Integration der telemedizinischen Anwendungen in die eHealth Strategie Österreich gelegt (Abb. 3). Die Digitalisierung und der Austausch von Gesundheitsdaten (eHealth) hin zu flexiblen, ortsunabhängigen Anwendungen unter Nutzung mobiler, drahtloser Endgeräte ist unter dem Begriff mHealth zusammengefasst. Digitale Visite, die Übermittlung des aktuellen EKGs von der

persönlichen Smartwatch oder der Arztbesuch per Videocall wurden als reale Anwendungsbeispiele aufgezeigt (BMG 2014).

1.3 Kosten Gesundheitswesen

1.3.1 Allgemeine Entwicklung

Eine steigende Lebenserwartung, die Zunahme an Zivilisationskrankheiten sowie erhöhter Kosten- und Regulierungsdruck setzen das Gesundheitswesen weltweit unter Druck. Die Deloitte-Studien "Global Health Care Outlook 2018" und "Global Life Sciences Outlook 2021" betonen, dass Lösungsansätze notwendig sind, um einen Paradigmenwechsel von einer volumen- zu einer wertbasierten Versorgung und Vergütung sowie der verstärkten Einbindung der Patienten*innen kommen kann. Durch den Einsatz neuer technischer Möglichkeiten kann dieser Wechsel unterstützt werden. Laut der Studie werden bis 2021 die weltweiten Gesundheitsausgaben pro Jahr um über 4% steigen. Die Gründe sind nicht neu: Steigende Lebenserwartung, chronische Zivilisations- und Alterskrankheiten. In Westeuropa steigen die Gesundheitsausgaben schätzungsweise auf über 2 Billionen US-Dollar - 2015 waren es noch knappe 1,7 Billionen.

Ansätze zur Kostenreduktion und Erhöhung der Profitabilität gibt es viele. Im Zentrum neuer Ansätze und Strategien stehen innovative Technologien (Management & Krankenhaus 2018).

1.3.2 Situation in Österreich

Das Gesundheitswesen hat in Österreich einen hohen gesellschaftspolitischen Stellenwert. Bei einer Onlineumfrage 2019 in Österreich gaben insgesamt 95,4% der befragten Personen an, dass Gesundheit für sie eine hohe Wichtigkeit hat (Wollny 2019).

Der Begriff Gesundheit subsummiert viele verschiedene Aspekte von der körperlichen bis zur psychischen Gesundheit und umfasst die Einrichtungen und Aktivitäten für Prävention, Vorsorge, Behandlung, Rehabilitation und Langzeitpflege (Habimana et al. 2019).

Die Finanzierung des Gesundheitswesens in Österreich erfolgt, wie in Abbildung 4 vereinfacht dargestellt, zum größten Teil durch die öffentliche Hand (Bund, Länder, Gemeinden, Sozialversicherungen):

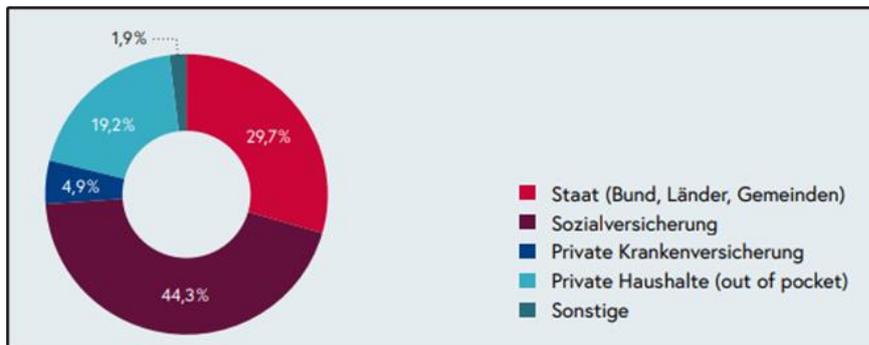


Abbildung 4: Gesundheitsausgaben in Österreich, Jahr 2017
Quelle: Statistik Austria 2019

Die jährlichen Steigerungen der Gesundheitsausgaben konnten in den letzten Jahrzehnten durch Reformschritte auf hohem Niveau gedämpft werden und zeigten in den letzten Jahren eine stabile Tendenz im Vergleich zur Entwicklung des BIP (Abb. 5, Abb. 6).

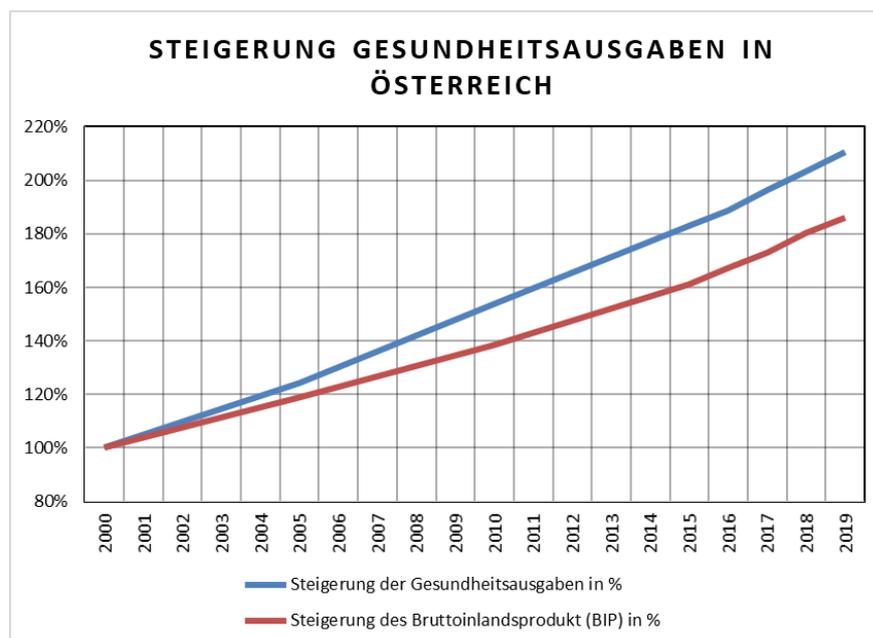


Abbildung 5: Steigerung Gesundheitsausgaben in Österreich
Quelle: Statistik Austria 2020

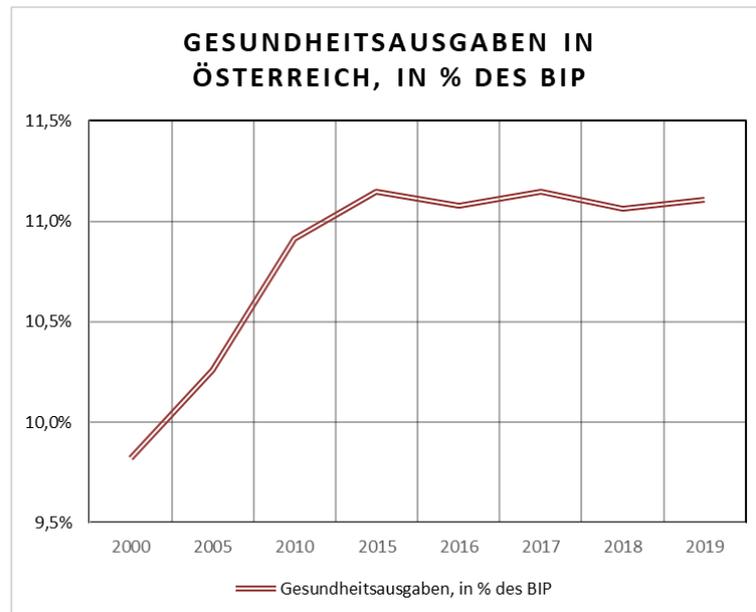


Abbildung 6: Gesundheitsausgaben in Österreich in % des BIP
Quelle: Statistik Austria 2020

Durch die demographische Entwicklung und damit hervorgerufenen steigendem Aufwand für Pharmazeutische Erzeugnisse, Spitzenmedizin sowie Pflege werden die Kosten im System tendenziell wieder steigen (Management & Krankenhaus 2018).

Mittel- und langfristig müssen kostendämpfende Reformen umgesetzt werden um eine nachhaltige finanzielle Stabilisierung des Gesundheitswesens zu erreichen.

2. Aktuelle Literatur

Der Einsatz von Wearables in medizinischen Prozessen sowie die sich daraus ergebenden rechtlichen Fragen werden anhand ausgewählter wissenschaftlicher Untersuchungen und Fachbeiträge beispielhaft dargestellt.

Die Erkennungsrate einer Herzrhythmusstörung (Arrhythmie) mit Hilfe von Wearables wurde in einem Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie vom 7. Juli 2021 bestätigt (Veltmann et al. 2021). Die Autoren*innen berichten von einer Spezifität und Sensitivität der Vorhofflimmererkennung von >90%. Die Einsatzmöglichkeiten von Wearables zur Erkennung von Arrhythmiedetektion sind aus ihrer Sicht vielfältiger als nur die Ausgabe einer Warnung und lässt die diagnostische Bandbreite erahnen (Abb. 7).



Abbildung 7: Einsatzmöglichkeiten von Wearables zur Arrhythmiedetektion
Quelle: Veltmann et al. 2021

Die Autoren*innen sehen viele Vorteile durch den Einsatz von Wearables zur Arrhythmiedetektion:

- Wearables sind leicht verfügbar und ermöglichen eine sofortige Aufzeichnung des Herzrhythmus
- Wearables können als Eventrekorder und zum systematischen oder opportunistischen Erkennen verwendet werden

- Wearables ermöglichen eine schnellere Diagnose von Arrhythmien
- Wearables ermöglichen ein kontinuierliches Rhythmusmonitoring
- Wearables ermöglichen eine stärkere Einbindung der Patienten

Ähnlich argumentieren Sebastian Hilbert und Gerhard Hindricks im Schwerpunktsbericht zur Fachpublikation Herzschrittachertherapie + Elektrophysiologie vom 27. Juni 2020, in dem sie den Einsatz von Wearables, z. B. einer Smartwatch, bei ausgewählten Patienten*innen als sinnvoll erachten. Erste Untersuchungen haben vielversprechende Ergebnisse gezeigt. Weiters betonen sie, dass telemedizinisches EKG-Monitoring für die Detektion und Dokumentation von Arrhythmien eine bedeutende Rolle spielt. Um aber die Telemedizin zukünftig in der klinischen Praxis effizient nutzen zu können, bedarf es groß angelegter randomisierter Studien sowie klarer Definitionen des Monitorings und einer Standardisierung des klinischen Workflows. Neben dem Hauptziel der verbesserten medizinischen Versorgung sehen sie auch mögliche Kostenvorteile (Hilbert and Hindricks 2020).

Die Firma Apple Inc. beauftragte 2017 bei der Stanford University School of Medicine eine Studie, die Früherkennung von Vorhofflimmern durch die Apple Watch inklusive zugehörigem App zu untersuchen.

Das Forschungsteam Mintu Turakhia, Marco Perez und Kenneth Mahaffey (2019) stellten bei der Untersuchung fest, dass die Verwendung der Apple Watch zu einer verbesserten Erkennung eines unregelmäßigen Herzschlags führt. Die Ergebnisse der Studie wurden am 16. März 2019 auf dem Kongress des American College of Cardiology in New Orleans vorgestellt. An der Apple Heart Study nahmen über 420.000 Nutzer*innen der Apple Watch teil. Von diesen Teilnehmenden erhielten etwa 0,5 Prozent (entspricht ungefähr 2.000 Probanden) Benachrichtigungen über einen unregelmäßigen Puls. Diesen Menschen wurde ein sogenannter EKG-Patch (Elektrokardiographie) zur späteren Erkennung von Episoden des Vorhofflimmerns zur Verfügung gestellt. Bei einem Drittel dieser Personen, konnte mithilfe der EKG-Technologie ein Vorhofflimmern festgestellt werden. Wenn via App die Meldung eines möglichen Vorhofflimmern erfolgte, bestätigte die simultane ambulante EKG-Messung in 84% diese Nachricht (Mintu, Mahaffey, and Perez 2019).

Dieses Ergebnis wird auch durch die Huawei Heart Study (Diagnostic Performance of a Smart Device With Photoplethysmography (PPG) Technology for Atrial Fibrillation Detection: Pilot Study (Pre-mAFA II Registry) unterstützt. Die Forschungsarbeit wurde am 5. März 2019 im JMIR mHealth and uHealth Journal von Yong-Yan Fan, Yan-Guang, Jian Li, Wen-Kun Cheng, Zhao-Liang Shan, Yu-Tang Wang und Yu-Tao Guo veröffentlicht. Bei einer Testgruppe von 108 Personen lagen die diagnostische Sensitivität und Spezifität für die Genauigkeit der Huawei Mobiltelefonen HUAWEI Mate

9 sowie HUAWEI Honor 7X mit einem Smart Band (Huawei Band 2) zur Erkennung von Vorhofflimmern bei über 94 % (Yong-Yan et al. 2019).

Dem Datenschutz wird in der Literatur große Aufmerksamkeit geschenkt. Nicht zuletzt durch die am 25. Mai 2018 in Kraft getretene europäische Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) (EU 2016) wird dem Schutz von personenbezogenen Daten ein sehr hoher Stellenwert zugesprochen. Generell wird definiert, dass jede Information, welche einer Person zugeordnet werden kann und die somit eine Identifizierung der betroffenen Person zulässt, als personenbezogene Daten zu bewerten ist. Jede Person muss vor Verarbeitung ihrer Daten nachweislich ihre Einwilligung geben (DSGVO 2016).

Im Journal „DuD - Datenschutz und Datensicherheit“, Volume 45, 20. Jänner 2021 diskutiert Marco Müller-ter Jung (Müller-ter Jung 2021) unter dem Titel „Datenschutz im Internet der Dinge“ (Internet of Things, IoT), die datenschutzrechtlichen Herausforderungen, welche auf Grund immenser Datenströme auftreten. Wearables fallen auch unter die Kategorie IoT, da sie mit ihren Sensoren Daten sammeln.

Er sieht die Problematik, dass durch die automatische Generierung und das Versenden von Daten ein Kontrollverlust durch den Nutzer entsteht. Das steht im Widerspruch zur DSGVO, welche Transparenz fordert (DSGVO 2016). Die Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) verschärft die Situation weiter, denn deren Möglichkeiten zur Analyse der Rohdaten können zu Rückschlüssen auf die Person (Identität, Lebensgewohnheiten, Interessen, Eigenschaften) und somit der Verlust der Anonymität führen. Er betont, dass die Verarbeitung der personenbezogenen Daten nur bei Vorliegen eines berechtigten Interesses und einer Einwilligung erfolgen darf.

Lösungsansätze dafür bieten sich laut Müller-ter Jung schon bei Konzeption der IoT-Lösungen durch Beachtung des Grundsatzes auf „Privacy by Design and Default“ (DSGVO 2016), der Implementierung von Werkzeugen zur Anonymisierung, der Gestaltung von verständlichen Einwilligungserklärungen und restriktiven Zugriffskontrollen (Need to Know Prinzip) an.

Über einen weiteren datenschutzrechtlichen Aspekt referierte Carsten Dochow (Rechtsabteilung der deutschen Bundesärztekammer), am 26. März 2019 auf dem Symposium „Gesundheitsdatenschutz“ der Deutschen Gesellschaft für Kassenärztliche. Sein Schwerpunkt war die Diskussion der datenschutzrechtlichen Verantwortung. Diese dient dem Zweck der Transparenz und der Herstellung von Rechtssicherheit, denn „zum Schutz der Rechte und Freiheiten der betroffenen Personen sowie bezüglich der Verantwortung und Haftung der Verantwortlichen und der Auftragsverarbeiter bedarf es [...] einer klaren Zuteilung der Verantwortlichkeiten“ (DSGVO 2016). Gerade wenn mehrere Beteiligte die Verarbeitung von personenbezogenen Daten vornehmen, dies betrifft insbesondere telemedizinische Plattformen, besteht aus seiner Sicht die Gefahr der „Disruption“ der Verantwortlichkeit. Er schlägt vor als Lösungsweg den Grad der Verantwortlichkeit im Detail festzulegen.

Es ist zu regeln, wer welche Aufgaben und Pflichten, insbesondere Informationspflichten und Betroffenenrechte, gegenüber den Betroffenen übernimmt (Dochow 2019).

Substantielle Untersuchungen zu etwaigen Kostendämpfungspotenzialen durch den Einsatz von Wearables sind nach aktuellem Stand der Wissenschaft nicht verfügbar. Ein Planungsansatz findet sich im Zielsteuerungsvertrag auf Bundesebene (Zielsteuerung-Gesundheit, Stand 05.05.2017) unter dem strategischem Ziel 1 „Stärkung der ambulanten Versorgung bei gleichzeitiger Entlastung des akutstationären Bereichs und Optimierung des Ressourceneinsatzes“. Beim operativen Ziel 5 „Gezielter Einsatz von IKT zur Patientenversorgung, Systemsteuerung und Innovation“ werden Maßnahmen wie Koordination, Konzeption und Umsetzung von e-Health Anwendungen (z.B. e-Rezept, e-Impfpass, Telegesundheitsdienste, mHealth, pHealth, Telemedizin, Survivorship-Passport) inkl. der Anwendungen im e-Card-System angeführt. Eine Abschätzung von Kosten erfolgt nicht (BMGF 2017).

3. Wearables

3.1 Technische Aspekte

3.1.1 Begriffsdefinition und Anforderung

Grundsätzlich werden Wearables definiert als Minicomputer, die am Körper, an der Kleidung oder unter der Haut getragen werden und mit Sensortechnologie zur Messung und Überwachung verschiedener Parameter ausgestattet sind (Fotteler and Denkinger 2021).

Die speziellen physischen Eigenschaften sind, dass das Wearable tragbar und dezent wie ein Kleidungsstück ist, permanent aktiv, komfortabel, einfach mitzunehmen und zu nutzen ist. Sie können daher als „... alltägliche und für den ständigen Gebrauch bestimmte Geräte“ definiert werden, sodass der Nutzer jederzeit schnell und einfach mit dem Gerät interagieren kann (Zagel et al. 2014).

Es soll der Mensch in die Wearable-Funktionen direkt und einfach mit eingebunden sein und eine Interaktion stattfindet. Schließlich soll das Wearable die Person in unterschiedlichen Lebenssituationen unterstützen und somit das Leben vereinfachen bzw. verbessern (Zagel et al. 2014).

Das meistgenutzte Wearable wird am Handgelenk getragen, sogenannte Wristwear (Tabelle 1). Dazu gehören Smartwatches, die ein Smartphone erweitern oder, bei eingebautem Mobilfunkmodul, sogar teilweise ersetzen können.

		
Fitnesstracker Fa. Garmin: Aktivitätszähler, GPS, Puls	Samsung Galaxy Watch 4: Android, GPS, SIM, Sprache, Sturz, Mail, Kalender, Puls, EKG	Apple Watch 7: iOS, Notruf, GPS, SIM, Sturz, Mail, Kalender, Blutsauerstoff, EKG, Puls

Tabelle 1: Beispiele für Wrist-Wearables

Quelle: Garmin Ltd., Samsung Electronics Austria GmbH, Apple Inc.

Speziell für die Erfassung von Vitalparameter und medizinischen Notfällen werden Wearables als In-Ear oder direkt auf den Körper getragene Systeme entwickelt (Tabelle 2). Die erfassten Werte werden per Funk an Router oder Smart Phone Apps übertragen.

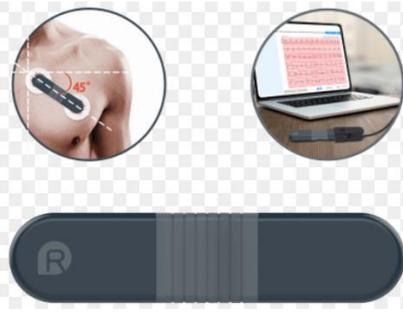
		
<p>Cosinuss Two: Fa. cosinuss: Puls, Körperkerntemperatur, Sauerstoffsättigung, Kopf Beschleunigung</p>	<p>EKG Recorder Patch: Fa. Wellue Ein-Kanal-EKG, Smart Phone App</p>	<p>NightWatch: Fa. LivAssured Epilepsieerkennung und Notfallsystem</p>

Tabelle 2: Beispiele für spezifische Wearables
Quelle: Cosinuss GmbH, Wellue Health, LivAssured Schweiz

Weiters am Markt verfügbar sind GPS-Watches, Fitnessstracker oder SOS-Armbänder mit Notruf- und Sturzerkennungsfunktion (Tabelle 3).

		
<p>Notfallarmband AMB Fa. Morri&More: GPS Ortung, SIM Karte, App am Smartphone</p>	<p>Notrufuhr James Fa. ilogs: GPS Ortung, SIM Karte, Sprache, Sturz, Puls</p>	<p>Diabetes Wearable Libre Fa. Abbott: Erhebung Blutzuckerwert und Auswerte App</p>

Tabelle 3: Beispiele für pflegerisch / medizinisch orientierte Wearables
Quelle: Morri & More GmbH, ilogs healthcare GmbH, Abbott Gesellschaft mbH

Folgend in Tabelle 4 ist der Funktionsumfang moderner Wearables zusammengefasst:

Bereich	Funktion	
Alltag	Uhr und Wecker Erinnerungsfunktion Notruf Kalender	Telefon Musik Mail
Orientierung	GPS-Ortung (inklusive einstellbarem Bewegungsradius) Straßenkarten Kompass	
Mobilität/Aktivität	Schrittzähler Höhenmesser	Kalorienverbrauch Trainingspläne, animierte Übungen
Gesundheit	Pulserfassung Blutdruckmessung Körperfettmessung Blutsauerstoffsensor Erinnerung an Medikamenteneinnahme Erkennung von Krämpfen/epileptischen Anfällen Erkennung von Abweichungen im tägl. Ablauf	Notruffunktion Schlafüberwachung Herzfrequenz (EKG) Sturzerkennung (Lage)

Tabelle 4: Funktionsumfang moderner Wearables
Quelle: Eigene Darstellung

3.1.2 Technische Parameter ausgesuchter Wristwear-Wearables

In dieser Arbeit liegt die Konzentration auf frei verfügbare Wearables für den Einsatz in der Telemedizin, welche als Medizinprodukt zugelassen sind. Dies trifft unter anderem auf die Apple Watch (Abb. 8) sowie die Samsung Galaxy Watch zu (Abb. 9). Deren Eignung für die Erkennung von Arrhythmiedetektion wurde in Studien nachgewiesen (Kapitel 2).



Abbildung 8: Apple Watch Serie 7
Quelle: Apple Inc.



Abbildung 9: Samsung Galaxy Watch 4 und EKG App
Quelle: Samsung Electronics Austria GmbH

Die folgend erhobenen technischen Parameter sind auch relevant für vergleichbare Produkte anderer Hersteller (Tabelle 5).

Funktion	Apple Watch Serie 7	Samsung Galaxy Watch 4
Prozessor	Apple S7, 64bit DualCore, t8301	Exynos W920, DualCore, 1,18GHz
Display	Retina LTPO OLED 1000Nits 484x396 (45mm) Pixel 352x430 (41mm) Pixel	Super AMOLED 450x450 Pixel (34,6 mm) 396x396 Pixel (30,4mm)
Gewicht	51.5g, 42.3g	30.3g, 26.2g (ohne Armband)
Größe	45x38x10,7mm, 41x35x10,7mm	44,4x43,3x11mm,40,4x39,3x9,8mm
Betriebssystem	watchOS 8.1	Wear OS
Speicher	32GB	16GB
Akku	309mAh Li-Ion, Wireless Charge	361 od. 247mAh, Wireless Charge
Netzwerk	GSM / HSPA / LTE; WLAN 802.11 b/g/n dual band; Bluetooth 5.0, A2DP, LE; GPS: A-GPS, Galileo, Glonass, QZSS, BDS; NFC	GSM / HSPA / LTE; WLAN 802.11 a/b/g/n dual band; Bluetooth 5.0, A2DP, AVRCP, HFP, HSP; GPS: A-GPS, Glonass, Galileo, Beidou; NFC
SIM	eSim	eSim
Schutzklasse	IP6x, Wasserdicht 50m	IP68, Wasserdicht 50m
Lautsprecher	Ja	Ja
Sensoren	Beschleunigung, Lage, Licht, Optischer Pulssensor, Höhe ü.d.M, Barometer, Kompass, Sauerstoffsättigung, elektrischer Herzsensor (EKG)	Beschleunigung, Lage, Licht, Optischer Pulssensor, Barometer, Kompass, Sauerstoffsättigung, Elektrischer Herzsensor (EKG), Bioelektrischer Impedanzanalysesensor
Medizinprodukt-zertifizierung	CE0123 für Apple EKG App (TÜV Süd)	CE2460 für Samsung Health Monitor App EKG & Blutdruck (DNV GL SE)

Tabelle 5: Technische Daten Apple und Samsung Watch
Quelle: Apple Inc., Samsung Electronics Austria GmbH

3.2 Rechtliche Aspekte

3.2.1 Sicherheitsaspekte

Wearables erfassen große Mengen an sensiblen und persönlichen Daten. Viele Hersteller legen noch wenig Augenmerk auf die Datensicherheit. Wenige Wearables sowie Apps haben eine CE Zulassung als Medizinprodukt und entsprechen in weiten Teilen nicht den Anforderungen der DSGVO. Auch fehlt vielen Menschen das Bewusstsein für den Umgang mit eigenen persönlichen Daten und den Risiken durch Datendiebstahl (Müller-ter Jung 2021).

Haftungsrechtliche Aspekte

Die haftungsrechtlichen Anforderungen sind in der klassischen Medizin wie in der Telemedizin beim Einsatz von Wearables dieselben. Der Arzt muss immer auf Grund seiner medizinischen Kenntnisse und Erfahrungen, trotz des Einsatzes von technischen Hilfsmittel, die Entscheidungen über medizinische Maßnahmen treffen. Gerade beim Einsatz von Wearables müssen die erhobenen medizinischen Daten besonders sorgfältig geprüft werden und die Möglichkeit von Mess- und Datenübertragungsfehler in der Entscheidung mitbedacht werden. Auch die Nichtübertragung von Daten kann eine Fehlerquelle darstellen und die Ärztin / der Arzt muss darauf reagieren, damit ein Behandlungsfehler vermieden wird. Wearables mit einer Medizinproduktzertifizierung, dürfen nur für den zugelassenen Zweck in der Telemedizin eingesetzt werden und die generierten Daten nur für den vom Hersteller bestimmten Zweck verwendet werden. Wird der Anwendungszweck überschritten bzw. die Daten für andere Auswertungen genutzt, trägt die Ärztin / der Arzt das Haftungsrisiko für die missbräuchliche Verwendung bzw. entstandene Schäden. Die Ärztin / der Arzt muss also genau prüfen, ob das eingesetzte Wearable (in Kombination mit dem zugehörigen App) für das zu diagnostizierende Krankheitsbild zertifiziert ist. Wenn dies der Fall ist, bleibt die Haftung für die ordnungsgemäße Funktion beim Hersteller (Veltmann et al. 2021).

Datenschutzrechtliche Aspekte

Für den Umgang mit personenbezogenen Daten gilt die DSGVO. Diese umfasst die Erhebung, Übertragung, Verarbeitung und Speicherung von Daten. Gesundheitsdaten sind als besonders schützenswerte Daten klassifiziert. Entscheidend für das Patienten – Arzt Verhältnis ist, dass es ein aufrechtes Behandlungsverhältnis gibt, ähnlich wie es durch das Stecken der eCard hergestellt wird. Wenn Gesundheitsdaten, durch die/den Patienten*in selbst, durch die Sensorik eines Wearables oder durch die Auswertung einer App auf dem Smartphone erfasst werden, liegt eine Verarbeitung von sensiblen Daten vor. Verantwortlicher im datenschutzrechtlichen Sinne der DSGVO ist jene Person die die Erhebung von Daten durch Wearables anweist bzw. aus eigenem Antrieb durchführt. Wird ein Wearable auf Anweisung und Kontrolle der Ärztin / des Arztes durch sie / ihn bzw. von der Patientin / vom Patienten eingesetzt, gilt die Ärztin / der Arzt als verantwortlich. Anders ist es, wenn die/der Patient*in aus eigenem Antrieb die

Verwendung des Wearables initiiert bzw. die selbständig erhobenen Daten übermittelt. Erst mit dem ersten Zugriff auf die Daten oder die Mitnutzung des Wearables in die ärztlich Behandlung beginnt die Verantwortlichkeit der Ärztin / des Arztes (Veltmann et al. 2021).

Grundsätzlich muss bei der Verarbeitung von Daten deren Integrität, Vertraulichkeit und Verfügbarkeit sicher gestellt werden. So ist bei Übermittlung von Patientendaten unbedingt auf eine Ende-zu-Ende Verschlüsselung zu achten und bei einer Verwendung außerhalb des Bestimmungszweckes sind die Daten zu anonymisieren. Ein Rückschluss auf die Person darf nicht mehr möglich sein (DSGVO 2016).

3.2.2 Medizinproduktegesetz

Definition Medizinprodukt

Das Europäische Medizinproduktegesetz (EU-Med-G, Verordnung (EU) 2017/745 des Europäischen Parlaments und des Rates 2017) definiert den Begriff Medizinprodukt wie folgt:

„Medizinprodukt“ bezeichnet ein Instrument, einen Apparat, ein Gerät, eine Software, ein Implantat, ein Reagenz, ein Material oder einen anderen Gegenstand, das dem Hersteller zufolge für Menschen bestimmt ist und allein oder in Kombination einen oder mehrere der folgenden spezifischen medizinischen Zwecke erfüllen soll:

- Diagnose, Verhütung, Überwachung, Vorhersage, Prognose, Behandlung oder Linderung von Krankheiten,
- Diagnose, Überwachung, Behandlung, Linderung von oder Kompensierung von Verletzungen oder Behinderungen,
- Untersuchung, Ersatz oder Veränderung der Anatomie oder eines physiologischen oder pathologischen Vorgangs oder Zustands, ...“

Wearables und Apps können je nach dem vom Hersteller bestimmten Zweck auch ein Medizinprodukte sein. Der Hersteller muss nachweisen, dass die Anforderungen gemäß der geltenden Richtlinien erfüllt werden. Abhängig von der Klassifizierung des Medizinproduktes ergeben sich dafür verschiedene Wege - die sogenannten Konformitätsbewertungsverfahren. Wird das Verfahren positiv abgeschlossen, hat der Hersteller das Recht die CE-Kennzeichnung am Produkt anzubringen und dieses in allen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union in den Verkehr zu bringen.

Für Medizinprodukte bestimmter Risikoklassen ist die Einbindung einer Benannten Stelle erforderlich (zertifizierende Stelle).

Software wird als „aktives Produkt“ definiert. Damit sind Produkte definiert, die zum Betrieb eine Energiequelle benötigen. Für „aktive Produkten“ gelten besondere Regeln bei der Klassifizierung als Medizinprodukt.

EU Medizinproduktegesetz

Auf Europäischer Ebene wird durch die Verordnung (EU) 2017/745 des Europäischen Parlaments (EU 2017) und des Rates vom 5. April 2017 über Medizinprodukte die „...Inverkehrbringen, die Bereitstellung auf dem Markt und die Inbetriebnahme von für den menschlichen Gebrauch bestimmten Medizinprodukten und deren Zubehör in der Union festgelegt. Diese Verordnung gilt ferner für in der Union durchgeführte klinische Prüfungen, die diese Medizinprodukte und dieses Zubehör betreffen“ geregelt.

Medizinprodukte werden anhand ihrer vom Hersteller definierten Zweckbestimmung und des Risikos für den menschlichen Körper einem Konformitätsbewertungsverfahren unterzogen (Abschnitt 2, Artikel 52) und in Klassen eingeteilt (Abb. 10):

Medizinprodukt Einteilung der Risikoklassen			
Klasse I	Klasse IIa	Klasse IIb	Klasse III
<ul style="list-style-type: none"> • Geringes Risiko • Nicht-invasiv 	<ul style="list-style-type: none"> • Mittleres Risiko • Invasiv oder nicht-invasiv zur kurzzeitigen Anwendung 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhtes Risiko • Implantierbar und/oder invasiv zur langzeitigen Anwendung 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohes Risiko • Implantierbar und/oder hochinvasiv zur langzeitigen Anwendung
Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> • Lesebrillen • Rollstühle • Stützstrümpfe • Verbandmittel • ... 	Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> • Einmalspritzen • Ultraschall • Magnetresonanztherapie (MRT) • Röntgenfilme • ... 	Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> • Beatmungsgeräte • Defibrillatoren • Infusionspumpen • ... 	Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> • Herzkatheter • Stents • Künstliche Gelenke • Implantate • ...

Abbildung 10: Einteilung der Risikoklassen für Medizinprodukte gem. EU-Richtlinie
Quelle: Reimbursement Institute 2020

Grundlegende Parameter sind die „Dauer der Verwendung“, ob es eine invasives und/oder aktives Produkt ist.

Unter Anhang VIII, Kapitel 1, Punkt 2.5 ist festgehalten:

„ „Aktives Medizinprodukt zu Diagnose- und Überwachungszwecken“ bezeichnet ein aktives Produkt, das entweder getrennt oder in Verbindung mit anderen Produkten verwendet wird und dazu bestimmt ist, Informationen für die Erkennung, Diagnose,

Überwachung oder Behandlung von physiologischen Zuständen, Gesundheitszuständen, Erkrankungen oder angeborenen Missbildungen zu liefern.“

Weiters ist unter Anhang VIII, Kapitel 2, Punkt 3.3 angeführt, dass Software, die ein Produkt steuert oder dessen Anwendung beeinflusst, derselben Klasse wie das Produkt zugerechnet werden muss. Unter dem folgenden Punkt 3.7 wird ein Produkt, welches Diagnosen ermöglicht, liefert oder entscheidende Informationen hervorbringt, als ein Produkt angesehen.

Medizinische Wearables mit ihrer entsprechenden App, welche somit Vitalwerte eines Menschen erfassen und für die medizinische Diagnose, Überwachung, Vorhersage, Prognose, Behandlung oder Linderung von Krankheiten eingesetzt werden, fallen als Ganzes unter das Medizinproduktegesetz.

Die Klassifizierung erfolgt laut Anhang VIII, Kapitel 3 nach 22 Regeln. Aus den Regeln für „Aktive Produkte“ (Regel 9 bis 13) ist abzuleiten, dass Wearables mit dem entsprechenden App, der Klasse IIa zuzuordnen sind:

Regel 9: Abgabe und Austausch von Energie

Regel 10: Diagnose oder Kontrolle von vitalen Körperfunktionen

Regel 11: Software die Informationen für diagnostische oder therapeutische Zwecke liefert

Für die Klassifizierung, Überwachung der Inverkehrsetzung und Qualitätssicherung von medizinischen Produkten können Konformitätsbewertungsstellen, sogenannte „Benannte Stellen“, seitens der EU Mitgliedsstaaten benannt werden. Diese staatlichen Stellen oder privaten Unternehmen führen im Namen der EU Staaten die Konformitätsbewertungen durch. Benannte Stellen müssen sich in einem aufwändigen Verfahren qualifizieren und werden in der NANDO (New Approach Notified and Designated Organisations) Datenbank (NANDO 2022) veröffentlicht.

Die Apple Watch wurde durch die Benannte Stelle TÜV Süd (Prüfzeichen CE0123), die Samsung Watch die Firma DNV GL SE (Prüfzeichen CE2460) geprüft.

Medizinproduktegesetz Österreich

In Österreich gilt, aufbauend auf den EU Verordnung 2017/745 das Medizinproduktegesetz 2021 in der Fassung vom 16.11.2021 (BKA 2021). Laut § 1. (1) und wird durch das Bundesgesetz „... die Sicherheit, Funktionstüchtigkeit und Qualität von Medizinprodukten im Hinblick auf das Errichten, Betreiben, Anwenden und Instandhalten; ferner die Herstellung und Verwendung von Medizinprodukten in Gesundheitseinrichtungen, die Reinigung, Desinfektion und Sterilisation von Medizinprodukten, die allgemeinen Anforderungen an klinische Prüfungen und Leistungsstudien, die Abwehr von Risiken, die Registrierung und Überwachung sowie den Vertrieb von und die Werbung für Medizinprodukte“ geregelt.

Gerade bei frei verfügbaren Wearables und den zugehörigen Apps wird im Gesetz, zum Schutze von Verbrauchern (Laien), durch zwei Bestimmungen besonders Augenmerk gelegt.

Im §7 wird bestimmt, dass nur Medizinprodukte an Anwender und Patienten abgegeben werden dürfen, wenn die beiliegenden Informationen und Sicherheitsanweisungen in deutscher Sprache abgefasst sind (BKA 2021).

Unter Paragraph §73 und §74 wird die Medizinproduktwerbung klar geregelt. Es ist unter anderem nicht gestattet vergleichende Werbung zu publizieren und darauf hinzuweisen, dass „... erforderlichenfalls der Rat eines Arztes, Zahnarztes, Dentisten, Apothekers oder einer sonstigen, auf Grund ihrer beruflichen Ausbildung dazu befugten Person einzuholen ist.“ (BKA 2021).

4. Ausgewählte telemedizinische Anwendungsbereiche mit Wearables

4.1 Vorhofflimmern

Die frühzeitige Erkennen von Vorhofflimmern, einer der häufigsten diagnostizierten Herzrhythmusstörungen (Arrhythmie), legt den Grundstein für eine Therapieentscheidung und einer Schlaganfallprävention. Ohne einer elektrokardiologischen Dokumentation der Arrhythmien ist dies nicht möglich. Im Alltag erfolgt dies durch mehrmaliges Abtasten des Pulses, EKG Aufzeichnungen und der Einsatz von Langzeit-EKG-Geräten. Das Schreiben eines EKGs genau zum Zeitpunkt des Auftretens von Vorhofflimmern ist der Idealfall.

Wearables eröffnen genau hier die Möglichkeit, zum Zeitpunkt des Auftretens einer Arrhythmie die Daten zu erfassen. Das Wearable wird wie ein Eventrekorder eingesetzt und vom Patienten bei Auftreten des Ereignisses aktiviert.

Für Screeningzwecke ist der Wearable-Einsatz auch zur aktiven und passiven Arrhythmieerkennung geeignet. Beim ersteren wird die Initiierung der Aufzeichnung mehrmals täglich durch den Patienten gestartet und beim passiven automatisiert durch das Gerät. Durch diese Formen wird ein systematisches wie auch opportunistisches Screening auf Vorhofflimmern bezweckt (Veltmann et al. 2021).

4.2 Epilepsie

Epilepsie (deutsch ‚Angriff‘, ‚Überfall‘) bezeichnet eine Erkrankung, die nicht durch eine aktuell bestehende, erkennbare Ursache (beispielsweise eine akute Entzündung des Gehirns, einen Schlaganfall oder einer Kopfverletzung) oder einen Auslöser (wie Entzug von Alkohol bei bestehender Alkoholabhängigkeit oder massivem Schlafmangel) hervorgerufen wurde. Ein epileptischer Anfall ist eine Folge plötzlich auftretender, synchroner elektrischer Entladungen von Nervenzellen (Neuronengruppen) im Gehirn, die zu ungewollten stereotypen Bewegungs- oder Befindensstörungen führen (Mues et al. 2021).

Epilepsien zeichnen sich auch durch spontan und wiederholt auftretende Fälle aus. Untersuchungen haben gezeigt, dass etwa zwei Drittel der Patient*innen die Anfallshäufigkeit falsch einschätzen und nur circa die Hälfte der Anfälle wahrgenommen oder dokumentiert werden. Es ist jedoch von großer Bedeutung die Anfallshäufigkeit, den Verlauf und die Schwere für eine abgestimmte Therapie exakt zu erfassen (Mues et al. 2021).

Wearables können dabei einen wichtigen Beitrag leisten:

- Warnung bei erhöhtem Risiko für Anfälle
- Erkennung von Anfällen
- Dokumentation von Anfällen
- Verständigung von Hilfspersonen
- Unterstützung bei der Diagnoseerstellung
- App zur Unterstützung von Menschen mit Epilepsie

4.3 Telemonitoring

Wearables sind in der Lage Parameter wie Schrittzahl, Stresspegel, Körperlage, Kalorienverbrauch, Pulsfrequenz, Pulskurven, Blutdruck, Blutzucker, Blutsauerstoffsättigung und EKG zu messen. Auch nur mit einem Teil der erhobenen Daten kann ein Telemonitoring realisiert werden.

Dies kann Patient*innen nach einer OP die Möglichkeit bieten frühzeitiger aus dem Krankenhaus entlassen zu werden und in gewohnter Umgebung die Genesungsphase zu verbringen. Wichtig Vitalwerte werden regelmäßig und bei Überschreitung eines Schwellwertes verschlüsselt an den GDA gesendet. Durch ein intelligentes Monitoringsystem werden medizinische Schieflagen erkannt und entsprechende Aktivitäten gesetzt.

Längeres, selbstbestimmtes Leben zu Hause und trotzdem die Sicherheit einer laufenden medizinischen Betreuung und Erkennung von Notfällen zu haben, kann durch Wearables unterstützt werden. Mit der Erfassung der Vitalwerte wird den Menschen ihre „Vitallevel“ mitgeteilt, am Smartphone ausgewertet und wertvolle Gesundheits- und Fitnessstipps gegeben. Der GDA erhält regelmäßig die erhobenen Daten, erkennt Notwendigkeiten für die Anpassung der Therapien oder einer persönlichen Visite vor Ort. Ereignisse wie Sturz oder plötzliche medizinische Notfälle setzen automatisch eine Rettungskette in Gang (Fotteler and Denkinger 2021).

5. Analyse von Anwendungsszenarien und Kostenbetrachtung

Im Anschluss an den Überblick zum aktuellen Stand der Literatur und die beispielhafte Darstellung von telemedizinischen Anwendungsbereichen mit Wearables in Kapitel 4 wird anhand von drei Szenarien der tatsächliche Einsatz mit Kostenbetrachtungen verdeutlicht.

Die Daten wurden einerseits durch Internetrecherche und andererseits durch Experteninterviews mit Prozessverantwortlichen erhoben. Wenn wirtschaftliche Daten nicht oder nur in unzureichender Form zur Verfügung gestanden sind, wurden Kostendämpfungspotentiale mit einer Modellrechnung erhoben. Ergänzende Informationen werden als Untermuerung der getroffenen Aussagen angeführt und auf die externen Quellen verwiesen.

5.1 HerzMobil Tirol

HerzMobil Tirol (Logo in Abb. 11) ist eine Initiative des Bundeslandes Tirol, des Tiroler Gemeindeverbandes und der Krankenversicherungsträger Österreichische Gesundheitskasse (ÖGK), Versicherungsanstalt öffentlich Bediensteter, Eisenbahn und Bergbau (bvaeb) sowie der Sozialversicherung der Selbständigen (SVS) (LIV - Landesinstitut für Integrierte Versorgung Tirol 2022).



Abbildung 11: Logo HerzMobil Tirol
Quelle: HerzMobil Tirol

Beauftragt mit der Umsetzung des Versorgungsprogrammes für ganz Tirol ist das Landesinstitut für Integrierte Versorgung (LIV). Die telemedizinische Lösung wurde mit dem AIT – Austrian Institute of Technology GmbH entwickelt.

5.1.1 Ziel des Programmes

Die Initiative ist ein Versorgungsprogramm für Patienten*innen mit schwerer Herzschwäche (Herzinsuffizienz). Durch eine umfassende Begleitung wird das Ziel einer nachhaltigen Stabilisierung der Erkrankung angestrebt. Weitere Ziele sind die Optimierung der medikamentösen Therapie, der sichere Umgang mit der Krankheit durch die Steigerung der Eigenkompetenz sowie eine bessere Lebensqualität für Patienten*innen und deren Angehörige. Über 800 Personen wurden bisher von HerzMobil Tirol betreut (LIV - Landesinstitut für Integrierte Versorgung Tirol 2022).

5.1.2 Prozessbeschreibung

Bereits beim Krankenhausaufenthalt werden die herzinsuffiziente Patienten*innen von HerzMobil Tirol kontaktiert und beraten. Nach der Entlassung beginnt eine engmaschige Begleitung der Personen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der selbständigen Überwachung des Gesundheitszustands, der korrekten Medikamenteneinnahme und der Stärkung der Eigenkompetenz im Erkennen von negativen gesundheitlichen Veränderungen.

Die teilnehmenden Personen haben folgende Tätigkeiten täglich durchzuführen:

Messen des Blutdrucks und Puls mit einem beigegebenen Blutdruckmessgerät sowie ihres Körpergewichts mit der ebenfalls beigegebenen elektronischen Personenwaage. Die Erfassung der Sauerstoffsättigung ist technisch vorbereitet, wird aber nicht umgesetzt. Für das spezielle Programm TeleReha im Rahmen von HerzMobil Tirol wird ein elektronischer Schrittzähler zur Verfügung gestellt.

Erfassen und Übertragen dieser Daten an die zentrale telemedizinische Datenzentrale der Tirol Kliniken GmbH mit dem privaten Mobiltelefon. Die Authentifizierung erfolgt mit der persönlichen HerzMobil Tirol Patienten Karte. Die Chip-Karte wird in die Nähe des Mobiltelefons gehalten, damit wird die HerzMobil Tirol App auf dem Mobiltelefon automatisch gestartet und die Puls-, Blutdruck- und Gewichtsdaten werden automatisch übertragen. Weiters dokumentiert die Person ihr tägliches Wohlbefinden und die Einnahme der verordneten Medikamente am Smart Phone Bildschirm und übermittelt diese Daten ebenfalls (Abb. 12).

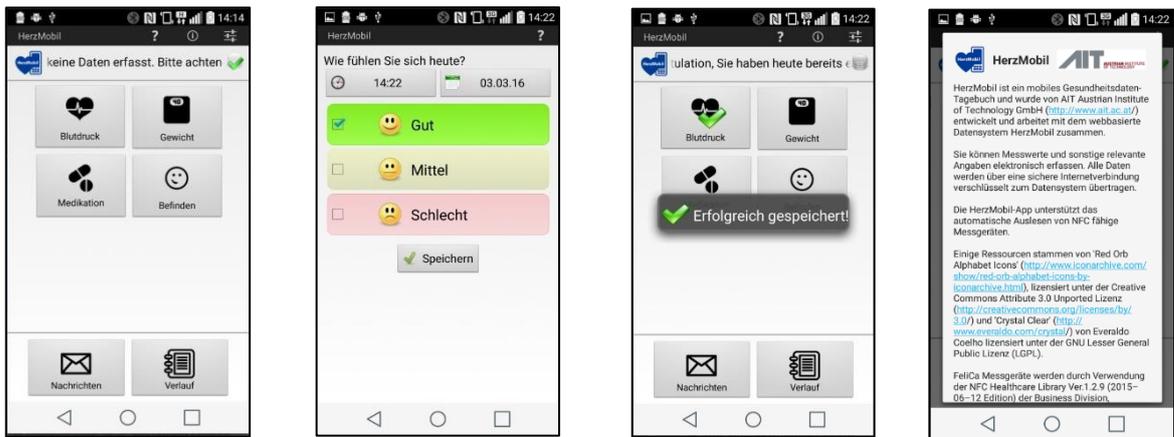


Abbildung 12: Screenshots HerzMobil App
Quelle: Google Play Store

In regelmäßigen Abständen erfolgt die Kontrolle der übermittelten Messdaten durch das Betreuungsteam von HerzMobil Tirol. Liegen übermittelte Daten außerhalb der individuell festgelegten Grenzwerte, wird das Betreuungsteam automatisch benachrichtigt und reagiert darauf innerhalb eines Werktages. Bei Bedarf erfolgt eine Rückmeldung an die/den Patienten*in und eine Therapieanpassung.

Festzuhalten ist, dass das System nicht für Notfälle ausgelegt ist.

5.1.3 Eingesetzte Technik

Die von der Firma A&D eingesetzten Blutdruck-, Pulsmessgeräte und Personenwaage wurden von AIT für diesen Einsatz ausgewählt. Die Übertragung der Messdaten erfolgt per NFC (Near Field Communication) auf das Smart Phone.

Die Produkte sind grundsätzlich auf dem Markt frei verfügbar, allerdings auf Grund ihrer Bauform nur bedingt als Wearable geeignet (Abb. 13, Abb. 14).



Abbildung 13: Messgerät Blutdruck UA-767NFC
Quelle: A&D 2022



Abbildung 14: Waage UC-324NFC
Quelle: A&D 2022

Das Sauerstoffsättigungs-Messgerät (Datenübertragung per Bluetooth) (Abb. 15) und der Schrittzähler (Datenübertragung per NFC) (Abb. 16) sind als Medizinprodukt zugelassene Wearables und am Markt frei verfügbar.



Abbildung 15: Messgerät O₂-Sättigung Pulseoxymeter PO60
Quelle: beurer 2022



Abbildung 16: Schrittzähler UW-101NFC
Quelle: A&D 2022

Die erfassten Messwerte werden per NFC (Messgerät O₂-Sättigung per Bluetooth) zum Smart Phone übertragen und in der App gespeichert. Für die Weiterleitung an die

telemedizinische Datenzentrale wird eine geschützte Internetverbindung aufgebaut und die sensiblen Daten verschlüsselt in die Datenbank der tirol kliniken GmbH übertragen.

Die notwendige App „HerzMobil“ wurde von der AIT (Austrian Institute of Technology) für Android entwickelt und wird bei Teilnahme am HerzMobil Tirol von der LIV frei geschaltet.

5.1.4 Abrechnungsmodell

Die „Behandlungskosten“ für das Programm HerzMobil Tirol werden von den Krankenversicherungsträgern übernommen. Abhängig vom Versicherungsträger werden Patienten*innen auch Selbstbehalte verrechnet.

Folgende Aufwände werden den Leistungserbringern vergütet:

- Einweisung in das Programm HerzMobil Tirol
- drei Kontrolltermine direkt beim HerzMobil Netzwerkarzt
- zwei Blutabnahmen (Bestimmung von Blutbild, Nierenfunktionswerten, Elektrolyten)
- einmalige Bestimmung des Herzmarkers NTproBNP
- virtuelle Kontrolle der übertragenen Vitalparameter durch den HerzMobil Netzwerkarzt
- Gerätschaft zur Messung der Vitalparameter
- Telephonischer Support durch die telemedizinische Datenzentrale

5.1.5 Kostendämpfungspotential

Das Programm wird durch die UMIT Tirol, Division für Gesundheitsvernetzung und TeleHealth, Univ.-Prof. Dr. Bernhard Pfeifer wissenschaftlich begleitet und auch die wirtschaftlichen Effekte erhoben (UMIT Tirol 2022).

Neben der Verbesserung der oben erwähnten gesundheitlichen Parameter und persönlichen Lebenssituation ist aus wirtschaftlicher Sicht die Reduktion der Krankenhausaufenthalte ein wichtiger Faktor.

Internationale Studien zeigen, dass die Wiederaufnahmerate bei Patienten*innen mit einer Herzinsuffizienz, in den ersten sechs Monaten nach der Diagnose, bei 50% liegt (Rissbacher, Seeberger, and Pfeifer 2019). Die Auswertung der HerzMobil Tirol Daten aus den Jahren 2016 bis 2018 zeigt, dass die Wiederaufnahmerate um die Hälfte gegenüber den üblichen Zahlen reduziert werden konnte. Sie beträgt bei HerzMobil Tirol Patienten*innen nur mehr 25%. In diesem Zeitraum betrug die Anzahl der im Programm betreuten Personen 141 (Rissbacher, Seeberger, and Pfeifer 2019).

Der Aufenthalt in einem Krankenhaus zählt zu den kostenintensivsten Behandlungsmethoden im Gesundheitswesen. Die stationären Kosten in landesgesundheitsfondsfinanzierten Krankenanstalten im Jahre 2020 betragen durchschnittlich €1.120 pro Tag (BMASGK 2021).

Bei der Einweisung in ein Krankenhaus wegen einer Herzinsuffizienz beträgt die durchschnittliche Aufenthaltsdauer 6,5 Tage (Ponikowski et al. 2014).

Die von den Krankenversicherungsträgern refundierten Behandlungssätze an die Leistungserbringer betragen 2020 pauschal pro Patient €1.500 (Auskunft Univ.-Prof. Dr. Bernhard Pfeifer).

Im Jahre 2020 wurden im HerzMobil Tirol Programm 450 Personen betreut. Für die Abschätzung eines möglichen jährlichen Kostendämpfungspotentials (Tabelle 6) werden die oben angeführten Patientenzahlen und stationären Kosten aus dem Jahre 2020 herangezogen:

	Patienten	Aufenthaltstage	Reduktion	Kosten	
Reduktion der eingewiesenen Patienten	450		25%		112,50
Reduzierte Aufenthaltstage im KH	112,50	6,5			731,25
Reduzierte stationäre Aufenthaltskosten		731,25		€ 1 120,00	€ 819 000,00
Kosten für HerzMobil Tirol	450			€ 1 500,00	-€ 675 000,00
Kostendämpfungspotential durch HerzMobil Tirol					€ 144 000,00
Kostendämpfungspotential pro Patient	450			€ 144 000,00	€ 320,00

Tabelle 6: Kostendämpfungspotential HerzMobil Tirol
Quelle: Eigene Darstellung

Nicht berücksichtigt sind Kostendämpfungspotentiale durch die Optimierung der medikamentösen Therapie und den sicheren Umgang mit der Krankheit durch die Steigerung der Eigenkompetenz welche zu einer geringeren Inanspruchnahme von Gesundheitsdienstleistungen führen kann.

Das HerzMobil Tirol Projekt wurde in Kooperation mit der Charité – Universitätsmedizin Berlin durchgeführt. Im Dezember 2021 veröffentlichte die Charité die Studie „Cost-effectiveness of oninvasive telemedical interventional management in patients with heart failure: health economic analysis of the TIM-HF2 trial“ (Sydow et al. 2021). Dabei wurde die Kostenwirksamkeit dieser telemedizinischen Betreuung im Detail untersucht. Das Ergebnis zeigte ebenfalls einen positiven Kostendämpfungseffekt. Bei einer Gesamteilnehmerzahl von 1.450 Personen wurden die durchschnittlichen Gesundheitskosten pro Patientenjahr betrachtet und nach Einbeziehung der Interventionskosten wurde eine Kosteneinsparung von €1.758 pro Patientenjahr eruiert.

5.2 Telecovid – Fernüberwachung von Patienten bei Covid-19, Technische Universität München (TUM)



Abbildung 17: Covid-19 Logo
Quelle: WHO/Europa

Die pandemische Ausbreitung des Coronavirus SARS CoV-19 (WHO Covid-19 Logo Abb. 17) stellt das Gesundheitssystem vor große Herausforderungen. Nach einer Infektion mit dem Virus teilt sich der Krankheitsverlauf meist in zwei Phasen. In Phase 1 zeigen sich oft nur wenig ausgeprägte Symptome wie Schwäche, Fieber, Geschmacks- und/oder Geruchsstörung (BMSGPK 2022). Entwickelt sich aber ein schwerer Verlauf der Erkrankung, kommt es in Phase 2 zu einer oft lebensbedrohlichen Verschlechterung des Gesundheitszustandes (das betrifft ca. 0,77% der Infizierten) mit der Notwendigkeit einer intensivmedizinischen Behandlung. Bei 39% dieser Fälle ist eine maschinelle Beatmung erforderlich (Statista 2022). Diese Maßnahmen belasten das Gesundheitssystem erheblich und stellen auch für die Patienten*innen eine sehr hohe psychische und körperliche Belastung dar.

5.2.1 Ziel des Programmes

Vom Team des Klinikums rechts der Isar der Technischen Universität München wurde eine Studie „Remote monitoring of COVID-19 positive high-risk patients in domestic isolation: A feasibility study“ (Wurzer et al. 2021) durchgeführt. Es wurde der Frage nachgegangen, ob durch die proaktive Messung von Vitalparametern eine notwendige rasche Behandlung frühzeitig erkannt und schwere Covid-19 Erkrankungen dadurch abgewendet bzw. gemildert werden können. Die Zielgruppe waren Personen älter 60 Jahre in häuslicher Isolation mit bestehenden Vorerkrankungen im Bereich Herz, Lunge oder Immunsystem, Fettleibigkeit (BMI >35), Diabetes, Bluthochdruck oder Schwangerschaft.

Mittels des Einsatzes von Wearables mit speziellen Sensoren soll eine Verschlechterung einer Covid-19 Erkrankung frühzeitig erkannt werden. Die Annahme war, durch rechtzeitige Behandlung einen intensivmedizinischen Aufenthalt oder eine maschinelle Beatmung vermeiden zu können bzw. die Überlebenschancen zu verbessern.

Die Studie fand im Zeitraum von April 2020 bis April 2021 statt. Als Technologiepartner fungierte die Fa. Cosinuss GmbH (www.cosinuss.com).

5.2.2 Prozessbeschreibung

Die Patienten*innen wurden mit einem cosinuss° Vitalparameter-Sensor und einem cosinuss° Daten-Gateway ausgestattet. Der tragbare Sensor maß alle fünfzehn Minuten für drei Minuten Vitaldaten aus dem Gehörgang und übertrug die gesammelten Werte über Bluetooth 4.0 an das Daten-Gateway. Dies konnte eine mobile App am Smart Phone (cosinuss° LabApp) oder ein eigenständiges Gerät (cosinuss° LabGateway) sein, welches die übertragenen Daten erfasste und speicherte. Von hier aus übermittelte das Daten-Gateway die gesammelten Daten in Echtzeit oder zu einem bestimmten Zeitpunkt an den cosinuss° LabServer. Im LabServer wurden die empfangenen Daten mithilfe spezieller Algorithmen und Analysen in Echtzeit verarbeitet, um Frühwarnwerte zu ermitteln. Aus den gemessenen Rohdaten wurden die Sauerstoffsättigung, die Atemfrequenz, Puls und Körpertemperatur für die Überwachung herangezogen. Über das cosinuss° WebInterface konnte das medizinische Personal alle wichtigen Informationen pro Patient*in überwachen und darauf zugreifen (Dashboard). Die Forscher konnten über eine Standardschnittstelle (z. B. REST-API) auf die anonymisierten Gesundheitsdaten im LabServer zugreifen (Abb. 18) (TUM 2020).

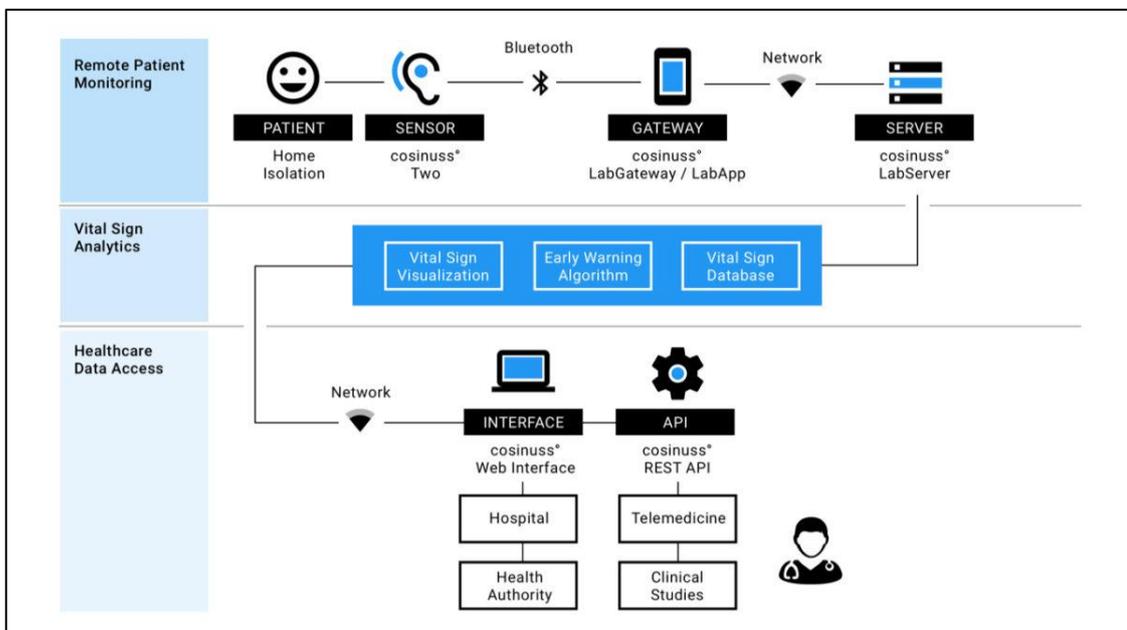


Abbildung 18: Datenfluss Telecovid
Quelle: TUM

Nach jeder einzelnen Messung wurde das individuelle Risiko der/des Patienten*in auf der Grundlage einer eigens entwickelten Risiko-Scoring Tabelle automatisch bewertet und auf dem Dashboard dargestellt. Bestand der Verdacht, dass sich der Gesundheitszustand einer/eines Patienten*in verschlechtert oder es zeigte sich ein unklarer Befund, wurde die Person kontaktiert.

Es wurde eine 24 Stunden / 7 Tage Überwachung eingerichtet. Das Team bestand aus 25 bis 35 geschulten Personen, wobei maximal vier Mitarbeiter*innen gleichzeitig in der Telecovid Einsatzzentrale Dienst hatten. Weiters waren vier Ärztinnen / Ärzte als Unterstützung und zur Überprüfung des Patientendaten dem Team zugeteilt. Zumindest eine Ärztin / ein Arzt stand rund um die Uhr zur Verfügung. Die Patienten*innen wurden einmal pro Tag kontaktiert.

5.2.3 Eingesetzte Technologie

Vitalparameter-Sensor

Der Sensor (Abb. 19) wird im Ohr getragen und ist mit einem Rot / Infrarot-Photoplethysmographie-Sensorelement (PPG), einem Widerstands-Temperatursensor und einem Beschleunigungsmesser ausgestattet.

Er sammelt die Rohdaten

- optische Pulswelle (PPG-Signal)
- Körperkerntemperatur
- 3D Beschleunigung des Kopfes

Die verschlüsselte Übertragung (AES) zum Daten-Gateway erfolgt via Bluetooth LE. Auf Basis dieser Rohdaten können folgende Vitalparameter und Kennzahlen berechnet werden:

- Körperkerntemperatur
- Pulsfrequenz
- Sauerstoffsättigung des Blutes
- RR-Intervalle
- Perfusions-Index
- Signalqualität
- Bewegungen (Aktivität)

(Cosinuss GmbH 2020)



Abbildung 19: cosinuss° Two
Quelle: Cosinuss GmbH

Eine optische Messung im Ohr und nicht am Handgelenk vorzunehmen wurde auf Grund folgender Überlegung gewählt:

Das Ohr wird von einem intensiv durchbluteten Gewebe umgeben, was für eine optische Messung entscheidend ist. Der sichere und stabile Kontakt mit diesem Gewebe, sowie die dunkle Umgebung sind eine gute Voraussetzung für die lichtempfindlichen Sensoren und liefern gute Messwerte. Die Positionierung im inneren des Gehörgangs schützt die Sensoren von mechanischen Belastungen. Das Wearable im Ohr wird von den Patienten*innen sehr gut akzeptiert (Cosinuss GmbH 2020).

Daten-Gateway

Der Empfang und die Speicherung der Sensordaten erfolgen am Daten-Gateway. Diese Funktion kann das proprietäre cosinuss° LabGateway (Abb. 20) oder das cosinuss° LabApp (Abb. 21), installiert auf dem privaten Android oder iOS Smart Phone, übernehmen. Edge Computing Algorithmen auf den Daten-Gateways reduzieren die zu übertragende Datenmenge zum cosinuss° LabServer. Die Datenübertragung wird AES verschlüsselt (Cosinuss GmbH 2020).



Abbildung 20: cosinuss° LabGateway
Quelle: Cosinuss GmbH

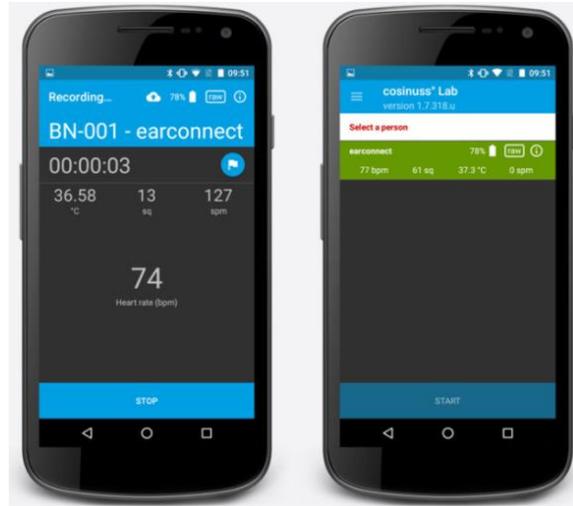


Abbildung 21: cosinuss° LabApp
Quelle: Cosinuss GmbH

Auswerte-Lösung / Fernüberwachung

In einem Rechenzentrum in Nürnberg werden die erfassten Daten durch den cosinuss° LabServer gespeichert und durch die Anwendung von speziellen Algorithmen weitere physiologische Parameter, wie Atemfrequenz oder Herzfrequenzvariabilität berechnet. Die cosinuss° LabServer Funktionen werden in einem SaaS Modell (Software as a Service) (SaaS) angeboten. Kunden haben die Möglichkeit per Webschnittstelle auf die Daten zuzugreifen (Abb. 22). Eine REST API Schnittstelle für HL7 FHIR (HL7 International 2022, 7) steht zur Anbindung zB. an das Krankenhausinformationssystem (KIS) zur Verfügung (Cosinuss GmbH 2020).



Abbildung 22: cosinuss° LabServer Dashboard
Quelle: Cosinuss GmbH

5.2.4 Kostenmodell

Eine Kosteneruierung fand im Rahmen der Studie „Remote monitoring of COVID-19 positive high-risk patients in domestic isolation: A feasibility study“ (Wurzer et al. 2021) nicht statt. Anhand der Studieninhalte und eines Interviews am 29. April 2022 mit dem CEO der Fa. Cosinuss GmbH, Herr Dr. Johannes Kreuzer, wird versucht ein Kostenmodell aufzustellen.

An der Studie nahmen 153 Personen mit Vorerkrankungen teil. Der durchschnittliche Beobachtungszeitraum von der Aufnahme in das Projekt bis zum Ausscheiden (Ende der Quarantäne) betrug neun Tage. Von diesen 153 Personen verschlechterte sich bei 20 der Gesundheitszustand soweit, dass sie durch das Telecovid Team in das Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München eingewiesen wurden. 13 von Ihnen wurden auf einer Normalstation behandelt, sieben mussten temporär auf die Intensivstation verlegt werden, von welchen vier auch künstlich beatmet werden mussten. Die 20 Personen verbrachten durchschnittlich 10 Tage in der Klinik, auf der Normalstation durchschnittlich sechs Tage (Wurzer et al. 2021).

Die Fa. Cosinuss GmbH bietet den Ohrsensor inkl. Daten-Gateway und Dashboard für €89 pro Monat an. Da der Beobachtungszeitraum mit dem Cosinuss System pro Patient*in durchschnittlich 9 Tage betrug wird dieser Monatsbetrag als Systemnutzungsbetrag pro Patient*in herangezogen. Für die Datenkommunikation wird ein Pauschalbetrag von €10 pro Patient*in angesetzt.

Das Telecovid Zentrum war in Stoßzeiten mit maximal vier Personen besetzt. Da die Anzahl der an Covid erkrankten Personen in den kalten Jahreszeiten sehr hoch und in den wärmeren geringer ist wird von einer durchschnittlichen Besetzung des Telecovid Zentrums mit 2 Personen (Studenten) ausgegangen. Die Kosten werden mit €2.000 monatlich pro Mitarbeiter*in angesetzt. Für die ärztliche Unterstützung in der Normalarbeitszeit und Rufbereitschaft der / des Diensthabenden in den Nachtstunden werden ebenfalls €2.000 pro Monat in die Kalkulation aufgenommen. Für technischen Support und Administration wird eine Monatspauschale von €500 berücksichtigt.

Die Gesamtkostenaufstellung (Tabelle 7) stellt sich wie folgt dar:

	Einzelkosten	Anzahl		Monate		Kosten / Patient
Systemkosten Cosinuss	€ 89,00	1	€ 89,00			€ 89,00
Datenkommunikation	€ 10,00	1	€ 10,00			€ 10,00
Personenkosten Telecovid Zentrum	€ 2 000,00	2	€ 4 000,00	13	€ 52 000,00	€ 339,87
Personalkosten Ärzte	€ 2 000,00	1	€ 2 000,00	13	€ 26 000,00	€ 169,93
Pauschale Support und Administration	€ 500,00	1	€ 500,00	13	€ 6 500,00	€ 42,48
Kosten pro Person						€ 651,29
Kosten für die 153 teilnehmenden Personen						€ 99 647,00

Tabelle 7: Kostenmodell Telecovid

Quelle: Eigene Darstellung

5.2.5 Kostendämpfungspotential

Der Pandemieverlauf in Deutschland und Österreich ist ähnlich verlaufen, daher erfolgen die Vergleiche länderübergreifend. Mögliche Kostendämpfungspotentiale werden auf verschiedenen Ebenen sichtbar.

In der Studie „Remote monitoring of COVID-19 positive high-risk patients in domestic isolation: A feasibility study“ (Wurzer et al. 2021) auf Seite 6 wird berichtet: „About 90% of hospitalised patients indicated that they would have delayed hospitalisation further if they had not been part of the study, even the majority of patients who were transferred to the ICU had not realized the severity of their condition. After discharge from hospital, all patients declared that they were convinced that the hospitalisation prompted by the Telecovid team had improved their chances of recovery.“ Daraus kann abgeleitet werden, dass durch die rechtzeitige Hospitalisierung schwere Verläufe und somit eine längere Aufenthaltsdauer vermieden werden konnte.

Weitere Vergleiche der durchschnittlichen Aufenthaltsdauer auf Krankenhausstationen lassen Unterschiede erkennen. Dabei ist dazu zu beachten, dass an dem Projekt Telecovid ausschließlich Patienten*innen mit Vorerkrankungen teilgenommen haben. Die Vergleichszahlen aus dem Fact-Sheet „Covid-19 Hospitalisierungen“ der Gesundheit Österreich (Bachner et al. 2022) beruhen auf Hospitalisierungen im Zeitraum von 2020/01 bis 2021/02 auf Grund der Hauptdiagnose „Covid“ in Österreich ohne Unterscheidung in Patienten*innen mit oder ohne Vorerkrankungen. Die Telecovid Studie wurde von 2020/03 bis 2021/03 durchgeführt.

Die Krankenhausaufenthalte werden wie folgt dokumentiert (Tabelle 8):

	Durchschnittliche Aufenthaltstage		
	Telecovid Studie	Fact-Sheet	Differenz
Normal- + Intensivstation	10	11,6	1,6
Normalstation	6	9,8	3,8

Tabelle 8: Durchschnittliche Aufenthaltsdauer
Quelle: Eigene Darstellung

Daraus kann eine Kostenreduktion (Tabelle 9) auf Grund der geringeren Aufenthaltstage berechnet werden (stationären Kosten in landesgesundheitsfondsfinanzierten Krankenanstalten im Jahre 2020 betragen durchschnittlich €1.120 pro Tag (BMASGK 2021)):

Tagsatz: €1.120	Differenz	Patienten	Kostenreduktion
Normal- + Intensivstation	1,6	7	€ 12 544,00
Normalstation	3,8	13	€ 55 328,00
Summe			€ 67 872,00

Tabelle 9: Kostenreduktion Aufenthaltsdauer Telecovid
Quelle: Eigene Darstellung

Die drei oben dargestellten Einsparungspotential lassen auf eine Wirksamkeit bei der Kostendämpfung schließen. Weiters kann der Einsatz des Wearables in pandemischen Zeiten auch eine Belastungsreduktion der Krankenhausstationen bewirken. Laut Fact-Sheet ist die längste durchschnittliche Liegedauer von allen Intensivpatienten*innen mit 15,9 Tagen bei den 60 – 69jährigen am höchsten. Diese Altersgruppe deckt sich mit dem Angaben in der Telecovid Studie, bei welcher das Durchschnittalter der eingelieferten Patienten*innen 63,4 Jahre betrug. In der Telecovid Studie ist keine durchschnittliche Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation angeführt, doch kann davon ausgegangen werden, dass ein möglichst flächendeckendes Telecovid-Monitoring über alle Bevölkerungsschichten mit und ohne Vorerkrankungen hinweg, noch eine signifikantere Reduktion der Aufenthaltstage mit sich bringen würde. Mit dem einhergehend könnte die Überlastung des Personals sowie Überstunden reduziert und gesundheitliche Ausfälle durch Überforderung vermieden werden.

5.3 Klebe – Achsel – Thermometer „SteadyTemp®“

Die Firma SteadySense GmbH entwickelte zusammen mit der Medizinischen Universität Graz ein Pflaster zur kontinuierlichen Körpertemperaturmessung. Dies ermöglicht die Erfassung des Temperaturverlaufs in 5 Minuten Intervallen (SteadySense GmbH 2022).

Das Produkt wird auch im Handel angeboten (Abb. 23) und ist als medizinisches Produkt der Klasse Im (SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH 2021) zugelassen.



Abbildung 23: Angebot SteadyTemp®

Quelle: <https://www.bipa.at/steadytemp-fieberthermometer/B3-566113.html.at>

5.3.1 Einsatz im Gesundheitsbereich

In der Studie „Investigation of Non-invasive Continuous Body Temperature Measurements in a Clinical Setting Using an Adhesive Axillary Thermometer (SteadyTemp®)“ (Boyer et al. 2021) wurde der Einsatz des Pflasters im klinischen Alltag untersucht.

Die Studie wurde auf der Intensivstation der Internen Abteilung der Medizinischen Universität Graz durchgeführt, um eine kontinuierliche Vergleichsmessung mittels Blasenkathetersonde zu gewährleisten. Es wurde festgestellt, dass die Messwerte gut mit den Referenzmessungen übereinstimmen, der Tragekomfort sehr zufriedenstellend ist und keine Nebenwirkungen (Hautreaktionen) erkennbar waren.

Vor allem im stationären Bereich, wo im Gegensatz zur Intensivstation keine kontinuierliche Temperaturmessung erfolgt, kann ein Einsatz vorteilhaft sein.

5.3.2 Eingesetzte Technologie

Sensor-Patch

Das Temperaturremesssystem basiert auf einem, in einem Klebepflaster integrierten, temperaturempfindlichen Sensor (Abb. 24). Dieses Wearable wird seitlich der Brust unter dem Arm angebracht und ist für den Einmalgebrauch ausgelegt (Abb. 25).

Ab dem Zeitpunkt der Aktivierung mittels der zugehörigen App, misst das Pflaster die Körpertemperatur alle fünf Minuten, maximal sieben Tage lang. Die Messgenauigkeit wird vom Hersteller mit $<0.1^{\circ}\text{C}$ angegeben. Das Wearable ist IPX5 zertifiziert (hält Strahlwasser mit geringem Druck stand) (SteadySense GmbH 2022).



Abbildung 24: SteadyTemp® Sensor Patch
Quelle: SteadySense GmbH

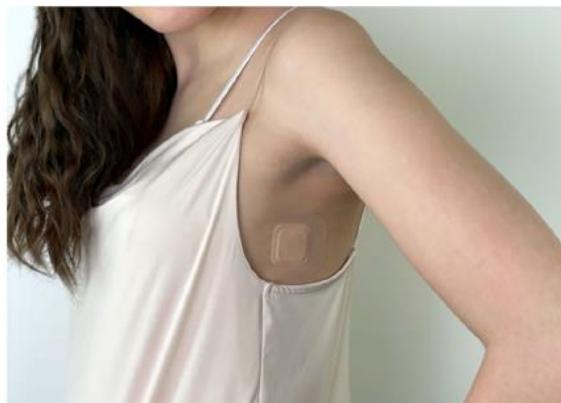


Abbildung 25: Typische Positionierung SteadyTemp® Sensor Patch
Quelle: SteadySense GmbH

Datenkommunikation

Die vom Sensor Patch aufgezeichneten Temperaturdaten werden mittels Near Field Communication (NFC) vom RFID-Chip im Patch ausgelesen. Das dazu notwendige App „SteadyTemp“ steht für Android und iOS zur Verfügung (Abb. 26) (SteadySense GmbH 2022)



Abbildung 26: NFC Übertragung SteadyTemp®
Quelle: SteadySense GmbH

Datenvisualisierung

Die übertragenen Daten werden durch die SteadyTemp® App ausgewertet (Abb. 27), visualisiert und stehen grundsätzlich nur auf dem jeweiligen Endgerät zur Verfügung (SteadySense GmbH 2022).

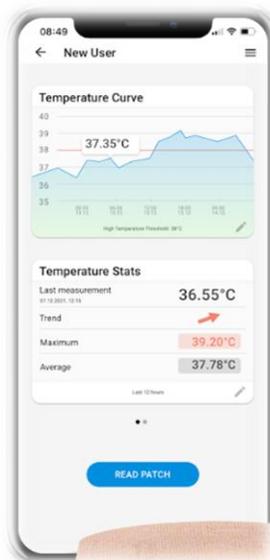


Abbildung 27: Oberfläche der SteadyTemp® App
Quelle: SteadySense GmbH

Für das Patientenmanagement auf klinischen Stationen wurde eine eigene App entwickelt (Abb. 28). Diese erlaubt die Verwaltung mehrerer Patienten*innen. Durch die Realisierung von entsprechenden Schnittstellen ist eine automatische Datenübertragung in die elektronische Patientenakte möglich (SteadySense GmbH 2022).

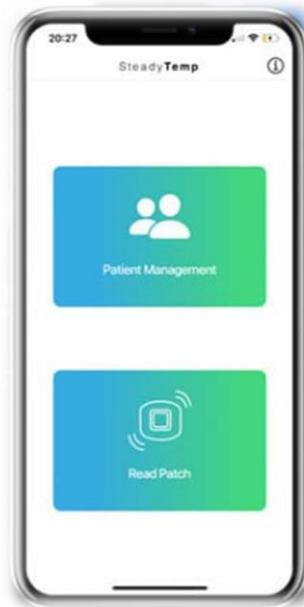


Abbildung 28: Dashboard SteadyTemp®
Quelle: SteadySense GmbH

5.3.3 Kostendämpfungspotential

In der Studie „Investigation of Non-invasive Continuous Body Temperature Measurements in a Clinical Setting Using an Adhesive Axillary Thermometer (SteadyTemp®)“ (Boyer et al. 2021) wurde darauf hingewiesen, dass eine fundierte Untersuchung der Wirksamkeit bei der Optimierung der Arbeitsabläufe noch zu erfolgen hat. Für den Einsatz in Notfallsituation und auf der Intensivstation ist das Wearable nicht geeignet.

Allerdings wird auch darauf hingewiesen, dass gerade auf Normalstationen der Einsatz des Produktes zu einer Entlastung des Pflegepersonals beitragen kann und durch die kontinuierliche Körpertemperaturmessung eine genauere Überwachung sowie die Erkennung von Erkrankungen durch bestimmte Fieberkurven-Charakteristika ermöglicht

werden kann. Der Hersteller wirbt auch damit, dass SteadyTemp® in ein Blutzuckermanagementsystem der Fa. Roche Diagnostics eingebunden werden kann.

Auch in Pandemiezeiten, bei der das Pflegepersonal erhöhter Belastung ausgesetzt ist, kann durch das einfache Auslesen der Körpertemperatur und automatische Datenübertragung in die elektronische Patientendokumentation eine Erleichterung in der Patientenbetreuung erzielt werden.

Ein direktes Kostendämpfungspotential im Pflegebereich durch den Einsatz von SteadyTemp® erscheint allerdings fraglich, da das Handling mit dem System den Vorteil der leichteren Erfassung und Übertragung in die Patientenakte wieder aufheben wird. Indirekt wird damit natürlich die Qualität der Datenerfassung und das frühzeitige Erkennen von Krankheitsbildern erleichtert, welches eine differenzierte Diagnose und folgende gezielte Therapie sowie Medikation ermöglichen können.

6. Ergebnis und Ausblick

Abschließend erfolgt in diesem Kapitel die Zusammenfassung sowie Analyse der Ergebnisse und Beantwortung der Forschungsfrage. Es wird noch ein Ausblick auf den weiteren Einsatz von Wearables und die Auswirkungen auf die Gesundheitskosten dargelegt.

6.1 Zusammenfassung

In der Einleitung werden die ökosozialen Aspekte beleuchtet, welche auf das Gesundheitswesen allgemein und speziell in Österreich wirken. Der demographische Wandel und die steigende Anzahl an Menschen welche an Zivilisationskrankheiten leiden, werden eine Anpassung in der Betreuung und Pflege bedingen. Ein Teil wird von der Technik abgedeckt werden müssen, insbesondere durch den verstärkten Einsatz von Telemedizin. Dies kann dazu beitragen die kontinuierlich über dem BIP steigenden Gesundheitsausgaben zu dämpfen.

In Kapitel 2 werden in der wissenschaftlichen Literatur veröffentlichte Fachbeiträge zum Einsatz von Wearables in der Medizin angeführt. Schon gut dokumentiert ist der Einsatz am Körper tragbarer EKG-Geräte zur Erkennung von Vorhofflimmern und die sich daraus ergebenden Vorteile für die Patientin / den Patienten. Für die Erkennung dieses Erkrankungsbildes wurden von den Herstellern Apple und Huawei für ihre Wristwear-Wearables Apple Watch bzw. Huawei Band 2 Studien in Auftrag gegeben, welche eine hohe diagnostische Sensitivität und Spezifität der Produkten bescheinigt. Datenschutzrechtliche Diskussionen nehmen in der Literatur einen breiten Raum ein und werden anhand von zwei Beiträgen zum Kontrollverlust über die persönlichen Gesundheitsdaten und Verantwortlichkeiten bei Telemedizin im Sinne der DSGVO dargelegt. Literatur über konkrete Kostendämpfungspotentiale durch den Einsatz von Wearables waren nicht verfügbar. Das Kapitel 3 beschäftigt sich mit den Wearables als einen Minicomputer, welcher auf Grund seiner Bauweise und Funktion am Körper getragen werden soll/muss. Anhand der zwei Wristwear-Wearables Apple Watch und Samsung Galaxy Watch 4 wird der hohe Funktionsumfang solcher Geräte beispielhaft beschrieben. Die rechtlichen Aspekte beim Einsatz von Wearables sowie Informationen zum Medizinproduktegesetz runden das Kapitel ab. Kapitel 4 erläutert ausgewählte telemedizinische Anwendungsbereiche mit Wearables um die Breite der Möglichkeiten erkennbar zu machen.

Das Kapitel 5 beschäftigt sich mit der Hauptthematik der Arbeit, die Analyse von realisierten Anwendungsszenarien von Wearables und der möglichen Kostendämpfungspotentiale. Als Beispiele wurden die Projekte HerzMobil Tirol, Telecovid und SteadyTemp® herangezogen und im Detail beschrieben.

6.2 Ergebnis und Schlussfolgerung

Mit den drei realisierten Beispielen HerzMobil Tirol, Telecovid und SteadyTemp® wurde versucht das Kostendämpfungspotential zu erheben und wenn möglich in Zahlen auszudrücken. Grundsätzlich wurde festgestellt, dass sich die wissenschaftliche Begleitung der dargestellten Projekte vor allem auf die medizinischen Aspekte konzentriert und der wirtschaftlichen Komponente keine große Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Neben den direkt berechenbaren Ergebnissen durch die Verringerung der Aufenthaltsdauer bzw. Rehospitalisierungsrate können die indirekten qualitativen Effekte zu einer Kostendämpfung beitragen.

Durch die aktive Einbindung der Patientin / des Patienten und bei Bedarf deren Angehörige in den Diagnose- und Therapieprozess steigt die persönliche Kompetenz, auch unter Empowerment bekannt. Die regelmäßige Erfassung der Gesundheitswerte durch bzw. mit den Wearables, das Wissen über die medizinischen Zusammenhänge der Vitalwerte, die übersichtliche Visualisierung der Werteänderungen, Erinnerung- und Motivationsfunktionen sowie die automatische Meldung von Notfällen erhöhen die Eigenkompetenz. Auch der Umstand, dass die Patientin / der Patient mit dem Einsatz von Wearables länger in der vertrauten Wohnumgebung verbringen kann, wirkt sich positiv auf die Gesundheit aus und reduziert die Gesundheitskosten (BMSGPK 2019a).

Die kontinuierliche Erhebung und intelligente Auswertung der Gesundheitsdaten durch Wearables, sei es in oder außerhalb einer Klinik, ermöglicht eine viel individuellere Behandlung, abgestimmt auf die Patienten - Personalisierung der Medizin. Auch hier werden Kostenreduktionen durch die gezielte Verschreibung von therapeutischen und medikamentösen Maßnahmen erzielt. Das oft praktizierte Gießkannenprinzip wird vermieden.

Beim Projekt HerzMobil Tirol konnte ein Kostendämpfungspotential durch die Reduktion der Rehospitalisierungsrate von 50% auf 25% nachgewiesen werden. Die Systemkosten konnten von Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Pfeifer beziffert werden. Das dargestellte Potential von €320 pro Patient*in stellt einen Minimalwert dar, da die indirekten Effekte nicht berücksichtigt sind. Dieser Dämpfungseffekt wurde auch durch die Studie der Charité – Universitätsmedizin Berlin (Sydow et al. 2021, 2) bestätigt.

Beim Projekt HerzMobil Tirol wird laut Auskunft von Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Pfeifer aktuell eine Studie über die Kosteneffekte erstellt, wobei nicht nur die kurzfristigen sondern auch die langfristigen Auswirkungen erhoben werden. Die ersten Ergebnisse seien vielversprechend.

Beim Projekt Telecovid, des Klinikums rechts der Isar der Technischen Universität München wurde dem wirtschaftlichen Effekt in der Studie „Remote monitoring of COVID-19 positive high-risk patients in domestic isolation: A feasibility study“ (Wurzer et al. 2021) keine Aufmerksamkeit geschenkt. Allerdings konnten aus der Studie kostenreduzierende Effekte abgeleitet werden.

Mit den Angaben in der Telecovid Studie und eines Interviews mit dem CEO der Fa. Cosinuss GmbH, Herr Dr. Johannes Kreuzer, konnte ein Kostenmodell entwickelt werden. Mit durchschnittlichen stationären Kosten und der dokumentierten Reduktion der Aufenthaltstage wurde ein positiver Kosteneffekt ermittelt.

Weiters wurde in der Telecovid Studie von 90% der eingewiesenen Patienten*innen dokumentiert, dass sie ihre gesundheitliche Verschlechterung erst später als das Telecovid Zentrum erkannt hätten und somit kann abgeleitet werden, dass mehr schwere Krankheitsverläufe vermieden werden konnten.

In der Telecovid Studie nahmen nur Patienten mit Vorerkrankungen teil. Bei den herangezogenen Vergleichszahlen des Fact-Sheet „Covid-19 Hospitalisierungen“ der Gesundheit Österreich (Bachner et al. 2022) gab es keine Unterscheidung. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei einer Inklusion von Patienten*innen ohne Vorerkrankungen die durchschnittliche Aufenthaltsdauer sowie die Einweisungsrate weiter gesunken wäre. Dies würde zusätzlich das Krankenhauspersonal entlasten und sich reduzierend auf die Überstundenzahl und Ausfälle durch Überlastung auswirken.

Beim Projekt SteadyTemp® ergab die wirtschaftliche Betrachtung kein eindeutiges Ergebnis. Der Einsatz des Pflasters führt zu einer besseren qualitativen Beurteilung des Fieberverlaufs. Wie weit sich dies kostenreduzierend in einer treffsichereren Diagnose, Therapie sowie Medikation widerspiegelt ist unklar. Das Handieren mit dem Wearables und Lesegeräten sowie die zusätzlichen Systemkosten (Material, Geräte, Schnittstellen) lassen an einem Kostendämpfungspotential im aktuellen Anwendungsszenario zweifeln. Als Element in einem Gesamtsystem (Blutzuckermanagement Fa. Roche), wie von der Fa. SteadySense GmbH publiziert, ist es vorstellbar, dass das Wearable zu einem Kostendämpfungseffekt beiträgt.

Bei der genauen Betrachtung der drei Szenarien zeigt sich, je durchgängiger die Prozesskette ist, desto höher stellt sich das Kostendämpfungspotential dar.

Diese abschließende Beurteilung der drei Anwendungsszenarien mit Wearables HerzMobil Tirol, Telecovid sowie SteadyTemp® führt zur Beantwortung der Forschungsfrage welche lautet:

Führt der Einsatz von frei am Markt verfügbaren Wearables in der Telemedizin potenziell zu einer Dämpfung des Kostenanstieges im österreichischen Gesundheitswesen?

Auf Grund der durchgeführten Recherchen und Analysen wird ein Beitrag von frei am Markt verfügbaren Wearables in der Telemedizin zu einer Dämpfung des Kostenanstieges im österreichischen Gesundheitswesen angenommen!

6.3 Ausblick

Die Bertelsmann Stiftung (Thiel und Deimel 2020) wertete den Einsatz von Telemedizin in 17 OECD Ländern aus. Das Ergebnis zeigte große Unterschiede in der Nutzung von Telemedizin auf. Während in Ländern wie Dänemark, Estland, Niederlande, Portugal und Schweden Telemedizin ein fester Bestandteil der gesundheitspolitischen Planung und der Regelversorgungskonzepte ist, müssen in anderen Ländern wie Österreich und Deutschland oft erst der regulatorische Rahmen (zB. Fernbehandlungsverbot) überarbeitet werden.

In Österreich und Deutschland wird der Einsatz von Wearables in der Telemedizin durch intensive Studien evaluiert und Messergebnisse gegen Gold Standards (stationäre Messsysteme) verglichen, bevor über einen breiten Einsatz diskutiert wird. Andere Ländern gehen innovativer vor, wie das Projekt Nightingale beweist, bei dem Hochrisikopatienten mittels Wearables remote überwacht werden (Nightingale consortium 2021). In Bulgarien wurde das System mit dem Hersteller Checkpoint Cardio soweit optimiert, dass im Falle eines Notfalles der Patienten per GPS geortet, der nächstgelegene Rettungstützpunkt automatisch alarmiert und somit die Rettungskette rasch in Gang gesetzt wird.

Die Klärung von Datenschutzbedenken ist sicherlich berechtigt, wird aber zu oft als Verhinderungsgrund genutzt, um eigene Interessen zu wahren. Die Fernverschreibung von Medikamenten wurde in der Covidpandemie sehr rasch eingeführt, die Diskussion vorher wurde mehrere Jahre geführt. Als aktuelles Beispiel kann auch die kontroverse Diskussion über Einführung einer Krankschreibung per Videotelefonie angeführt werden (orf.at 2022). Die vorausschauende Diskussion neuer Verrechnungsmodelle für Telemedizin würde sicherlich auch deren Einsatz beschleunigen.

Der Trend geht in Richtung der personalisierten Medizin. Durch die freiwillige Erfassung von persönlichen Gesundheitsdaten mit Wearables und deren KI-unterstützte Auswertung wird die Treffsicherheit der medizinischen Maßnahmen steigen und zu einer Reduktion der Kosten im Gesundheitswesen führen. Projekte wie HerzMobil Tirol sind der Beweis dafür, dass bei Etablierung einer durchgängigen Prozesskette optimale Ergebnisse für die Gesundheit und Kosten erreichbar sind.

Literaturverzeichnis

- Bachner, Florian, Lukas Rainer, Florian Trauner, and Martin Zuba. 2022. 'COVID-19 Hospitalisierungen'. Gesundheit Österreich.
https://www.sozialministerium.at/dam/jcr:f472e977-e1bf-415f-95e1-35a1b53e608d/Factsheet_Coronavirus_Hospitalisierungen.pdf.
- Beckers, Rainer. 2015. 'Regionale Entwicklung und flächendeckende Telemedizin: Ein Widerspruch?' Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 58 (10): 1074–78. <https://doi.org/10.1007/s00103-015-2225-3>.
- BKA. 2021. Medizinproduktegesetz 2021.
https://www.ris.bka.gv.at/geltendefassung.wxe?abfrage=bundesnormen&gesetz_esnummer=20011580&ShowPrintPreview=True.
- BMASGK. 2021. 'Krankenanstalten in Zahlen'. BMASGK.
<http://www.kaz.bmg.gv.at/kosten.html>.
- BMFG. 2017. 'Österreichischer Diabetesbericht 2017'. Bericht. Wien: BMFG.
<https://jasmin.goeg.at/327/>.
- BMG. 2014.
'Empfehlungen_und_Bericht_der_TGDK_gem._§_8_BMG_an_die_FBM_für_Gesundheit_endg._23.10.2014.pdf'. Wien: Bundesministerium für Gesundheit.
https://www.sozialministerium.at/dam/jcr:15dd0c52-27eb-4585-ac90-107a5d8bf2f5/Empfehlungen_und_Bericht_der_TGDK_gem._%C2%A7_8_BMG_an_die_FBM_f%C3%BCr_Gesundheit_endg._23.10.2014.pdf.
- BMGF. 2017. 'Zielsteuerungsvertrag auf Bundesebene - Zielsteuerung-Gesundheit'. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen.
- BMSGPK. 2019a. 'Telemedizin'. Webseite. Wien: BMSGPK.
<https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/eHealth/Telemedizin.html>.
- . 2019b. 'Telemedizin'. Telemedizin. 14 October 2019.
<https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/eHealth/Telemedizin.html>.
- . 2022. 'COVID-19: Symptome & Verlauf'. Aufklärung. COVID-19: Symptome & Verlauf. 21 March 2022.
file:///C:/Fern%20FH/Bachelorarbeit/Bachelorarbeit%20II/cosinuss%20Ear%20Monitoring%20System/TeleCovid/COVID-19_%20Symptome%20&%20Verlauf%20_%20Gesundheitsportal_files/.
- Boyer, Johannes, Jakob Eckmann, Karl Strohmayer, Werner Koele, Moritz Federspiel, Michael Schenk, Gregor Weiss, and Robert Krause. 2021. 'Investigation of Non-Invasive Continuous Body Temperature Measurements in a Clinical Setting Using an Adhesive Axillary Thermometer (SteadyTemp®)'.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdgth.2021.794274/full>.

- Cosinuss GmbH. 2020. 'Telecovid – Fernüberwachung von Patienten Bei Covid-19'. Bericht. Telecovid – Fernüberwachung von Patienten Bei Covid-19. 2020. file:///C:/Fern%20FH/Bachelorarbeit/Bachelorarbeit%20II/cosinuss%20Ear%20Monitoring%20System/Telecovid/STUDIE_%20Telecovid%20-%20Fern%20C3%BCberwachung%20von%20Patienten%20bei%20Covid-19%20-%20cosinuss%20B0_files/.
- DGTelemed. 2021. 'Telemedizin - Glossar'. Telemedizin - Glossar. 30 December 2021. <https://www.dgtelemed.de/de/telemedizin/glossar/>.
- Dochow, Carsten. 2019. 'Telemedizin Und Datenschutz'. Medizinrecht 37 (8): 636–48. <https://doi.org/10.1007/s00350-019-5295-7>.
- EU. 2016. Verordnung (EU) 2016/679 Des Europäischen Parlaments Und Des Rates. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679>.
- . 2017. Verordnung (EU) 2017/745 Des Europäischen Parlaments Und Des Rates. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0745>.
- . 2022. 'EUROPA - European Commission - Growth - Regulatory Policy - NANDO'. NANDO. 2022. <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/>.
- Fotteler, Marina, und Michael Denking. 2021. 'Wearables im Alter aus geriatrischer Sicht'. Geriatrie-Report 16 (2): 21–23. <https://doi.org/10.1007/s42090-021-1248-1>.
- Gätzel von Grätz, Philipp. 2019. 'Auch in Europa: Apple Watch kann EKG und Vorhofflimmern'. Internetartikel Medizin 27 03 19. Offenbach: HEATLH-CARE-COM GmbH. <https://e-health-com.de/details-news/auch-in-europa-apple-watch-kann-ekg-und-vorhofflimmern/>.
- Habimana, Katharina, Julia Bobek, Florian Bachner, Herwig Ostermann, Joy Ladurner, Claudia Hahl, Isabel Stadler-Haushofer, Ulrike Schermann-Richter, and Claudia Seflmeier. 2019. Das Österreichische Gesundheitssystem Zahlen - Daten - Fakten. 3. Wien: BMASGK.
- Hilbert, Sebastian, und Gerhard Hindricks. 2020. 'Telemedizin und EKG-Monitoring: Technische Voraussetzungen und klinische Umsetzung'. Herzschrittmachertherapie + Elektrophysiologie 31 (3): 260–64. <https://doi.org/10.1007/s00399-020-00715-6>.
- HL7 International. 2022. 'HL7 FHIR Foundation'. HL7 FHIR Foundation Enabling Health Interoperability through FHIR. 2022. file:///C:/Fern%20FH/Bachelorarbeit/Bachelorarbeit%20II/HL7%20FHIR%20Foundation_files/.
- Holzer, Michael. 2019. 'Pflegepersonal-Bedarfsprognose für Österreich'. Studie. Wien: Gesundheit Österreich GmbH. <https://www.sozialministerium.at/dam/jcr:682452a5-a04e-47e2-a157-e5f0abd31a6e/Pflegepersonal-Studie%20Kurzfassung.pdf>.
- in-form. 2021. 'WHO-Bericht zu Zivilisationskrankheiten'. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). <https://www.in-form.de/wissen/meldungen/profiportal/who-bericht-zu-zivilisationskrankheiten/>.

- Klein, Andreas. 2020. 'Würdevolles Altern – neue Technologien, Telemedizin und Ethik'. *Journal für Urologie und Urogynäkologie/Österreich* 27 (1): 18–23. <https://doi.org/10.1007/s41972-020-00097-4>.
- Klöß, Sebastian. 2020. 'Die Zukunft der Consumer Technology – 2020'. Bitkom e.V.
- LIV - Landesinstitut für Integrierte Versorgung Tirol. 2022. 'LIV Herzmobil _ Landesinstitut für Integrierte Versorgung Tirol.html'. *HerzMobil Tirol*. 2022. <https://www.herzmobil-tirol.at>.
- Management & Krankenhaus. 2018. 'Gesundheitsausgaben_steigen_weiter.pdf'. *Management & Krankenhaus, IT & Kommunikation*, , no. Heft 7/08/2018 (August). https://www.wiso-net.de/document/MAKR__d1edce9fc3ad86b647a50ed7ec85fb001d372d40.
- Mintu, Turakhia, Kenneth Mahaffey, and Marco Perez. 2019. 'The Apple Heart Study'. Präsentation presented at the ACC Kongress, New Orleans, USA, March 16.
- Mues, Sigrid, Hajo M. Hamer, Felix von Podewils, Ali Sotoodeh, Felix Rosenow, Jörg Wellmer, and Johann Philipp Zöllner. 2021. 'Telemedizin in der Epilepsieversorgung: Arzt-zu-Arzt-Anwendungen: Teil I: State-of-the-Art, Herausforderungen, Perspektiven'. *Zeitschrift für Epileptologie* 34 (3): 294–98. <https://doi.org/10.1007/s10309-021-00424-1>.
- Müller-ter Jung, Marco. 2021. 'Datenschutz im Internet der Dinge'. *Datenschutz und Datensicherheit - DuD* 45 (2): 114–19. <https://doi.org/10.1007/s11623-021-1400-y>.
- Nightingale consortium. 2021. 'Nightingale Public Final Report'.
- nPerf SAS. 2022. '3G / 4G / 5G Abdeckungskarte, Atria'. 3G / 4G / 5G Abdeckungskarte, Austria. 10 January 2022. <https://www.nperf.com/de/map/AT/-/63446.A1-Mobile/signal/?ll=47.71671679243703&lg=13.350000000000001&zoom=7>.
- orf.at. 2022. 'Ärztammer gegen ÖGK-Plan zur Videokrankschreibung'. orf.at. <https://orf.at/stories/3267951/>.
- Ponikowski, Piotr, Stefan D Anker, Khalid F AlHabib, Martin R Cowie, Thomas L Force, Shengshou Hu, Tiny Jaarsma, et al. 2014. 'Heart Failure: Preventing Disease and Death Worldwide'. *European Society of Cardiology* 2014. <https://www.escardio.org/static-file/Escardio/Subspecialty/HFA/WHFA-whitepaper-15-May-14.pdf>.
- Rissbacher, Clemens, Manuela Seeberger, and Bernhard Pfeifer. 2019. 'HerzMobil_Tirol_Abstract_2019.pdf'. <https://www.herzmobil-tirol.at/page.cfm?vpath=qualitaetssicherung/bilanz>.
- Rotes Kreuz, Landesverband OÖ. 2020. 'Rufhilfe'. Rotes Kreuz, Landesverband OÖ. <https://www.rotekreuz.at/oberoesterreich/ich-brauche-hilfe/rufhilfe>.
- science.ORF.at/APA/dpa. 2018. 'Weltvergleich der Lebenserwartung'. Wien: ORF. <https://science.orf.at/v2/stories/2946247/>.
- Sedimentum AG. 2022. 'We make living safe'. Produktinfo. WE MAKE LIVING SAFE. 2022. <https://www.sedimentum.com/>.

- Seifert, Alexander. 2021. 'Digitale Transformation in den Haushalten älterer Menschen'. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie, April. <https://doi.org/10.1007/s00391-021-01897-5>.
- SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH. 2021. 'EG-Zertifikat_ SteadyTemp'. <https://www.steadytemp.health/de/certificates/>.
- Statista. 2021. 'Themenseite: Smartphone-Nutzung in Österreich'. Statista. 24 January 2021. <https://de.statista.com/themen/3654/smartphone-nutzung-in-oesterreich/>.
- . 2022. 'Intensivmedizinische Versorgung von Corona-Patienten (COVID-19) in Deutschland'. Statistik. Intensivmedizinische Versorgung von Corona-Patienten (COVID-19) in Deutschland. 22 April 2022. file:///C:/Fern%20FH/Bachelorarbeit/Bachelorarbeit%20II/cosinuss%20Ear%20Monitoring%20System/Telecovid/Corona-Patienten%20-%20Intensivmedizinische%20Versorgung%20_%20Statista_files/.
- Statistik Austria. 2021a. 'ueberblick_ - _gesundheitsausgaben_in_oesterreich_laut_system_of_health_acc0 (SHA) 2004 - 2019, in Mio. Euro'. Statistik Austria. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/gesundheitsausgaben/index.html.
- . 2021b. 'Todesursachenstatistik Österreich 2020'. Statistik. Wien: STATISTIK AUSTRIA. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/todesursachen/index.html.
- SteadySense GmbH. 2022. 'STEADYTEMP®'. 2022. <https://www.steadytemp.health/de/>.
- Steinwendner, Joachim. 2020. 'Telemedizin - alter Wein in neuen Schläuchen_ _ Netzwoche.html'. Fachbeitrag. netzwoche. <https://www.netzwoche.ch/news/2020-09-09/telemedizin-alter-wein-in-neuen-schlaeuchen>.
- Sydow, Hanna, Sandra Prescher, Friedrich Koehler, Kerstin Koehler, Marc Dorenkamp, Sebastian Spethmann, Benjamin Westerhoff, et al. 2021. 'Cost-Effectiveness of Noninvasive Telemedical Interventional Management in Patients with Heart Failure: Health Economic Analysis of the TIM-HF2 Trial'. Clinical Research in Cardiology, December. <https://doi.org/10.1007/s00392-021-01980-2>.
- The Lancet. 2018. 'Global Burden of Disease 2017'. The Lancet. 10 November 2018. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/issue/vol392no10159/PIIS0140-6736\(18\)X0048-8](https://www.thelancet.com/journals/lancet/issue/vol392no10159/PIIS0140-6736(18)X0048-8).
- Thiel, Rainer, und Lucas Deimel. 2020. 'Einsatz und Nutzung von Telemedizin - Länderüberblick'. Bertelmann Stiftung.
- TUM. 2020. 'Mit Ohrsensoren gegen Covid-19'. Mit Ohrsensoren gegen Covid-19. 21 April 2020. file:///C:/Fern%20FH/Bachelorarbeit/Bachelorarbeit%20II/cosinuss%20Ear%20Monitoring%20System/Telecovid/Mit%20Ohrsensoren%20gegen%20Covid-19%20-%20TUM_files/.

- Tumor Zentrum Oberösterreich, Thomas. 2021. 'Tumor Zentrum Oberösterreich'. Tumor Zentrum Oberösterreich. 29 December 2021. <https://www.tumorzentrum.at/>.
- UMIT Tirol. 2022. 'Division für Gesundheitsvernetzung und TeleHealth _ UMIT TIROL.html'. Division für Gesundheitsvernetzung und TeleHealth. 9 May 2022. <https://www.umat-tirol.at/page.cfm?vpath=departments/technik/ehealth>.
- Veltmann, Christian, Joachim R. Ehrlich, Ulrich M. Gassner, Benjamin Meder, Martin Möckel, Peter Radke, Eberhard Scholz, Hendrik Schneider, Christoph Stellbrink, and David Duncker. 2021. 'Wearable-basierte Detektion von Arrhythmien: Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie'. *Der Kardiologe* 15 (4): 341–53. <https://doi.org/10.1007/s12181-021-00488-3>.
- Wollny, Benedikt. 2019. 'Welchen Stellenwert hat das Thema Gesundheit für Sie persönlich?' Statistik. Statista GmbH. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1057189/umfrage/umfrage-zum-stellenwert-der-eigenen-gesundheit-in-oesterreich/>.
- Wurzer, David, Paul Spielhagen, Adonia Siegmann, Ayca Gercekcioglu, Judith Gorgass, Simone Henze, Yuron Kolar, et al. 2021. 'Remote Monitoring of COVID-19 Positive High-Risk Patients in Domestic Isolation: A Feasibility Study'. Edited by Robert Jeenchen Chen. PLOS ONE. <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0257095>.
- Yong-Yan, Fan, Li Yan-Guang, Li Jian, Cheng Wen_Kun, Shan Zhao-Liang, Wang Yu-Tang, and Guo Yu-Tao. 2019. 'Diagnostic Performance of a Smart Device With Photoplethysmography Technology for Atrial Fibrillation Detection: Pilot Study (Pre-MAFA II Registry)', February. <https://doi.org/10.2196/11437>.
- Zagel, Christian, Andreas Hamper, Vanessa Brech, Monika Muhs, and Freimut Bodendorf. 2014. 'SmartHealth for Senior Self-Monitoring'. Arbeitspapier 01/2014. Nürnberg: Universität Erlangen-Nürnberg.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl der Geburten halbiert sich bis 2100	6
Abbildung 2: Bevölkerungsstand und Struktur Österreich	7
Abbildung 3: Was ist Was in der digitalen Gesundheit	12
Abbildung 4: Gesundheitsausgaben in Österreich, Jahr 2017	14
Abbildung 5: Steigerung Gesundheitsausgaben in Österreich	14
Abbildung 6: Gesundheitsausgaben in Österreich in % des BIP	15
Abbildung 7: Einsatzmöglichkeiten von Wearables zur Arrhythmiedetektion	16
Abbildung 8: Apple Watch Serie 7	23
Abbildung 9: Samsung Galaxy Watch 4 und EKG App	23
Abbildung 10: Einteilung der Risikoklassen für Medizinprodukte gem. EU-Richtlinie	27
Abbildung 11: Logo HerzMobil Tirol	32
Abbildung 12: Screenshots HerzMobil App	34
Abbildung 13: Messgerät Blutdruck UA-767NFC	34
Abbildung 14: Waage UC-324NFC	35
Abbildung 15: Messgerät O ₂ -Sättigung Pulseoxo PO60	35
Abbildung 16: Schrittzähler UW-101NFC	35
Abbildung 17: Covid-19 Logo	38
Abbildung 18: Datenfluss Telecovid	39
Abbildung 19: cosinuss° Two	41
Abbildung 20: cosinuss° LabGateway	41
Abbildung 21: cosinuss° LabApp	42
Abbildung 22: cosinuss° LabServer Dashboard	42
Abbildung 23: Angebot SteadyTemp®	46
Abbildung 24: SteadyTemp® Sensor Patch	47
Abbildung 25: Typische Positionierung SteadyTemp® Sensor Patch	47
Abbildung 26: NFC Übertragung SteadyTemp®	48
Abbildung 27: Oberfläche der SteadyTemp® App	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiele für Wrist-Wearables	20
Tabelle 2: Beispiele für spezifische Wearables	21
Tabelle 3: Beispiele für pflegerisch / medizinisch orientierte Wearables	21
Tabelle 4: Funktionsumfang moderner Wearables	22
Tabelle 5: Technische Daten Apple und Samsung Watch	24
Tabelle 6: Kostendämpfungspotential HerzMobil Tirol	37
Tabelle 7: Kostenmodell Telecovid	43
Tabelle 8: Durchschnittliche Aufenthaltsdauer	44
Tabelle 9: Kostenreduktion Aufenthaltsdauer Telecovid	44