

Gestaltungsraum für proaktive Smart Homes zur Gesundheitsförderung

Theresa Kromat¹ Tobias Dehling¹, Reinhold Haux², Christoph Peters^{3,4}, Bernhard Sick⁵, Sven Tomforde⁵, Klaus-Hendrik Wolf² und Ali Sunyaev¹

¹ Wirtschaftsinformatik und Systementwicklung, Wissenschaftliches Zentrum für Informationstechnik-Gestaltung (ITeG), Universität Kassel, Kassel, Deutschland
{kromat,tdehling,sunyaev}@uni-kassel.de

² Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik (PLRI), Technische Universität Braunschweig, Braunschweig, Deutschland; Technisches Institut und Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland
{reinhold.haux,klaus-hendrik.wolf}@plri.de

³ Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität St. Gallen, St. Gallen, Schweiz
christoph.peters@unisg.ch

⁴ Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, Wissenschaftliches Zentrum für Informationstechnik-Gestaltung (ITeG), Universität Kassel, Kassel, Deutschland
christoph.peters@uni-kassel.de

⁵ Intelligent Embedded Systems, Universität Kassel, Kassel, Deutschland
{bsick,stomforde}@uni-kassel.de

Abstract. Smart Homes sammeln eine Fülle von Daten über ihre Bewohner. Gut genutzt werden diese allerdings nicht. Smart Homes sind im Wesentlichen reaktiv. Im Hinblick auf die Gesundheitsversorgung ist der Wandel zu proaktiven Smart Homes vielversprechend. Um proaktive Smart Homes Wirklichkeit werden zu lassen, sollte zunächst ein vollständiges Bild dieser komplexen und ressourcenreichen Umgebung gezeichnet werden. Das Ziel dieser Arbeit ist es, einen Gestaltungsraum für proaktive Smart Homes aufzuspannen. Ausgehend von den neun Elementen des Work System (WS) Rahmenwerks, werden Bausteine eines proaktiven Smart Homes identifiziert, beschrieben und analysiert sowie Gestaltungsfragen daraus abgeleitet, die bei einer Instanziierung eines proaktiven Smart Homes beantwortet werden müssen. Diese Arbeit bereitet einen fruchtbaren Nährboden für die zukünftige Gestaltung IT-gestützter proaktiver Lebenswelten, in denen die Gesundheit durch den Einsatz verschiedenster Systemressourcen proaktiv gefördert wird.

Keywords: Gestaltungsfragen, Gestaltungsraum, Gesundheitsförderung, Proaktive Smart Homes.

1 Einleitung

Der Anteil der älteren Menschen an der Gesamtbevölkerung steigt an; diese Entwicklung ist auf eine alternde Bevölkerung, rückläufige Geburtenraten und eine zunehmende Lebenserwartung zurückzuführen [1]. Mit zunehmendem Alter steigt die

Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2018,
March 06-09, 2018, Lüneburg, Germany

Prävalenz von chronischen Erkrankungen [4, 5]. Zudem sind ältere Menschen vermehrt multimorbide und haben aufgrund altersbedingter Funktionsdefizite teilweise höhere Erkrankungsrisiken [4, 6]. Aufgrund von physischen, mentalen und psychosozialen Herausforderungen können ältere Menschen in ihrer Aktionsfähigkeit eingeschränkt sein. Das kann zur Folge haben, dass sie dann evtl. alltägliche Aktivitäten, z. B. in ihrem Haushalt, nicht mehr selbstständig ausüben können [1, 4, 7]. Daraus resultieren komplexe Bedürfnisse, die dazu führen, dass ältere Menschen medizinische Dienstleistungen nachfragen, die durch verschiedenes medizinisches Fachpersonal in unterschiedlichen Gesundheitseinrichtungen erbracht werden [1, 6–8]. Die Erbringung dieser Dienstleistungen ist mit Belastungen und Kosten für unser Gesundheitssystem verbunden [1], insbesondere chronische Erkrankungen tragen zu einem Anstieg der Gesundheitskosten bei [9]. Darüber hinaus fordert die Pflege älterer Patienten auch informelle Helfer (Familienangehörige, Freunde und Nachbarn) [1, 4].

Parallel zu den sozioökonomischen und demografischen Herausforderungen läuft die Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK) [10]. Die Digitalisierung der häuslichen Umgebung skizziert die Entstehung der sogenannten Smart Homes [11–14]. Damit bergen Smart Homes das Potential eine weitere Einrichtung des Gesundheitswesens zu werden. Diese Entwicklung ist von besonderer Bedeutung für ältere Menschen, da ihr Zuhause nun Teil eines Gesundheitsinformationssystems werden kann [15]. Vorausgesetzt, dass dieses Potential genutzt wird, kann dazu beigetragen werden, dass ältere Menschen in ihrem eigenen Zuhause unabhängig und selbstständig leben können sowie die informelle Helfer entlastet werden [16].

Allerdings sind Smart Homes häufig im Wesentlichen reaktiv. In einem Wandel zu proaktiven Smart Homes sehen wir ein klares Potential, die Gesundheitsversorgung weiter zu verbessern. Bei proaktiven Smart Homes ist die Interaktion zwischen Smart Home und Bewohner proaktiv. Proaktive Interaktion bedeutet, dass das Smart Home, sofern gewünscht, die Initiative ergreift, um die aktuell gegebenen Bedingungen zu verbessern oder neue Bedingungen zu schaffen. In proaktiven Smart Homes suchen die Interaktionspartner nach Informationen und Möglichkeiten, um Dinge zu verbessern. Im Gegensatz zu Interaktionspartnern in reaktiven Smart Homes, warten sie nicht darauf, dass Informationen und Möglichkeiten zu ihnen kommen [17].

Die Herausforderungen für die Realisierung von proaktiven Smart Homes wurden bereits in der Literatur diskutiert (siehe [15]). In dieser Arbeit wird das Gestaltungswissen für die Realisierung von proaktiven Smart Homes vertieft. Konkret besteht das Ziel dieser Arbeit darin, drei grundlegende Entwicklungen für proaktive Smart Homes (Assistierende Gesundheitstechnologien in sensorerweiterten Informationssystemen, Active Learning und nutzerorientierte Informationssystemgestaltung) kurz einzuführen und, aufbauend auf den neun Elementen des Work System (WS) Rahmenwerks [18], eine Übersicht über die Komponenten von proaktiven Smart Homes sowie deren Zusammenspiel zu schaffen. Damit stellt diese Arbeit einen ersten Schritt auf dem langen Weg der Realisierung von proaktiven Smart Homes zur Gesundheitsförderung dar [19]. Mit dieser Arbeit schaffen wir einen fruchtbaren Nährboden für die zukünftige Gestaltung IT-gestützter proaktiver

Lebenswelten, in denen die Gesundheit von Personen durch den Einsatz verschiedenster Systemressourcen proaktiv gefördert wird.

2 Grundlagen

2.1 Assistierende Gesundheitstechnologien in sensorerweiterten Informationssystemen des Gesundheitswesens

Assistierende Gesundheitstechnologien (AGT) sind IuK mit dem Ziel der Schaffung von nachhaltigen Bedingungen für ein aktives, selbstständiges und selbst gestaltetes Leben [12, 14]. Mittels Sensoren können durch AGT-Systeme gesundheitsrelevante Werte gemessen und dann analysiert werden [20, 21]. Solche Sensoren können körperbezogen am Körper (bspw. in Form einer Pulsuhr, eines Beschleunigungssensors oder eines Mobiltelefons) oder im Körper (bspw. in einem Herzschrittmacher oder in einer Kniegelenksprothese) oder raumbezogen in der Wohnung einer Person oder im persönlichen Umfeld (z. B. im Auto, in der Arbeitsstelle, während eines Einkaufs) Daten aufnehmen, analysieren und ggf. weiterleiten. Gemessen wird eine Vielzahl von Signalen. Hierzu zählen elektrische Signale (z. B. des Herzens, EKG, Herzfrequenz) oder Druck- oder Temperatursignale (z. B. Körpertemperatur), akustische oder optische Signale. In besonderer Weise können über Sensoren Aktivitäten gemessen werden. Neben bekannten Sensoren wie Bewegungsmeldern, Türkontakten und Erschütterungssensoren (die bspw. das Öffnen von Schubladen erkennen können) spielen Sensoren zur Messung von Beschleunigung (Accelerometer) und zur Lokalisation des Ortes (z.

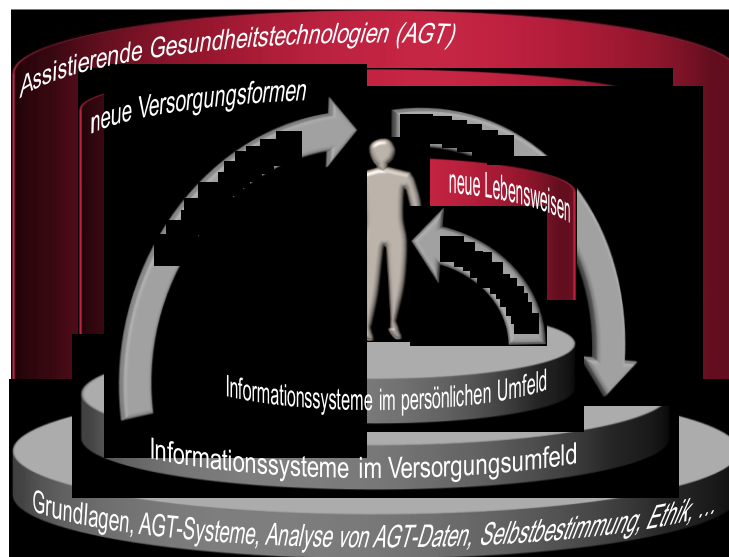


Abbildung 1. Doppelkreislauf zu assistierenden Gesundheitstechnologien (Grafik entnommen aus der Vorlesung assistierende Gesundheitstechnologien an der TU Braunschweig, vgl. auch [2, 3]).

B. über GPS) eine immer größere Rolle bei der Bestimmung von Aktivitäten. Nicht zuletzt sollen noch Stromsensoren genannt werden, die neben dem Stromverbrauch (Smart Metering) ebenfalls zur Identifikation von Verhaltensmustern genutzt werden können [12, 22].

Solche assistierenden Gesundheitstechnologien können als Komponenten für neue Lebensweisen gesehen werden, die auch und insbesondere in Smart Homes eingesetzt werden. Sie können zudem Teil neuer Versorgungsformen sein, um dann insbesondere bei der ambulanten Versorgung zusätzliche Daten in den so entstandenen sensorerweiterten Informationssystemen des Gesundheitswesens [23] liefern zu können [24, 25]. Der dargestellte Doppelkreislauf visualisiert diese duale Nutzung [2, 3] (Abbildung 1).

2.2 Active Learning

Active Learning ist ein Teilgebiet des Machine Learnings [26]. Ein Lernalgorithmus ist in der Lage, aus Trainingsbeispielen eine Gesetzmäßigkeit zu erkennen. Trainingsbeispiele bestehen aus einem Muster (Transaktion) und einem Zielwert (Klasse). Ein aktiver Lernmechanismus hat die Möglichkeit, für einen Teil der Muster die korrekten Zielwerte (Labels) zu erfragen. Dabei ist die Grundidee, dass der Algorithmus die Muster bestimmt, welche einen hohen Informationsgewinn versprechen, um die Anzahl der Anfragen an das Orakel¹ (beziehungsweise den Experten) möglichst klein zu halten. Ziel ist es also, mit Hilfe von gelabelten (kodierte) Mustern automatisiert Modelle zu erlernen. Dabei müssen nicht alle Muster auf einmal ausgewählt werden. Vielmehr kann man den Lernprozess in einzelne Iterationen aufspalten, wobei in jeder Lerniteration ein neues Muster aufgrund der in den vorherigen Iterationen gelabelten Muster ausgewählt wird. Dieser Prozess der Einflussnahme auf die Selektion von neuen Mustern unterscheidet das Active Learning von anderen Machine Learning Verfahren. Die Grundidee besteht darin, durch eine gezielte Auswahl von Mustern, möglichst viele neue Information für ein Klassifikationsmodell zu erhalten. Dadurch soll der gewünschte maximale Generalisierungsfehler² mit möglichst wenigen Mustern unterschritten werden. Der Aufbau der Selektionsfunktion, welche die Muster wählt, ist dabei maßgebend für die Güte. Diese Selektionsfunktion ist für die gezielte Auswahl von Mustern zuständig. Anders als beim passiven Lernen wird in jeder Lerniteration ein Muster durch die Selektionsfunktion ausgewählt, dann durch das Orakel gelabelt, zur aktuellen Menge der gelabelten Muster hinzugefügt und abschließend der Lernalgorithmus neu trainiert. Jedes neue Label modifiziert das bestehende Modell, und beeinflusst wiederum die Selektionsfunktion [27]. Übertragen auf den Kontext proaktiver Smart Homes bedeutet dies, dass das Active Learning darin unterstützen kann häusliche Umgebungen zu

¹ Das Orakel ist dabei der Mensch oder eine andere Informationsquelle von der das wahre Label (Zielwert) – unter Einsatz von Ressourcen – erhalten werden kann.

² In dieser Arbeit wird der Begriff Generalisierung als Fähigkeit des Lernalgorithmus, auf bislang ungesehenen Testdaten eine gute Performanz zu erreichen, aufgefasst.

realisieren, die auf die Bedürfnisse und Wünsche älterer, evtl. multimorbider Bewohner individuell eingehen können [28].

2.3 Nutzerorientierte Informationssystemgestaltung

Proaktive Smart Homes bringen IuK in das private Lebensumfeld ihrer Bewohner. Dementsprechend kommt der Berücksichtigung von Nutzerbedürfnissen eine zentrale Rolle zu. Dies geht weit über funktionale Anforderungen der Bewohner heraus. Ein besonderes Augenmerk ist auf Fragen der Benutzerfreundlichkeit [29] aber auch des Datenschutzes zu legen [30]. Proaktive Smart Homes können erst dann ihr volles Potential entfalten, wenn ihre Bewohner in die IuK vertrauen, nicht von unadressierten Informationssicherheitsrisiken abgeschreckt werden, ermächtigt sind die Informationsverarbeitung so zu steuern, dass sie ihren Erwartungen entspricht und wenn die Bewohner auch das Potential, das ihnen ein proaktives Smart Homes bietet, erkennen, verstehen und zielführend nutzen können. IuK für die Gesundheitsversorgung ist in komplexe Netzwerke eingebettet [31]; hier gilt es die Komplexität schon in der Gestaltungsphase zu berücksichtigen, sodass das vielsprechende Potential von proaktiven Smart Homes auch genutzt werden kann. Bei IuK für die Gesundheitsversorgungen weichen Nutzererwartungen oftmals von dem ab, was medizinisches Fachpersonal, Entwickler oder die Betreiber von IuK als sinnvoll erachten würden [32]. Diese Konflikte gilt es früh zu identifizieren und zu adressieren. Proaktive Smart Homes können die Anforderungen von medizinischem Fachpersonal sowie IuK-Betreibern und Entwicklern nicht vernachlässigen, aber im Endeffekt sind es die Bewohner, die mit proaktiven Smart Homes zufrieden sein müssen, damit diese auch genutzt werden.

3 Vorgehensweise

In dieser Arbeit werden proaktive Smart Homes aus der Perspektive der WS Theorie betrachtet [18]. Die WS Theorie bietet eine Perspektive, um Systeme in Organisationen, ob diese Systeme IT nutzen oder nicht, zu verstehen [18]. Damit findet diese Theorie im Kontext von Organisationen Anwendung. Dabei beschreibt die organisationale Sicht die Systemkomponenten und seine Beziehungen [33]. Unter dem Begriff WS verstehen wir ein System, in dem Menschen und Maschinen Arbeit verrichten (Prozesse und Aktivitäten), um Dienstleistungen für interne Kunden (hier: Bewohner) zu produzieren [18]. Unter dem Begriff Arbeit wiederum verstehen wir den Einsatz von Informationen, Technologien und anderen Ressourcen, mit dem Ziel Dienstleistungen zu erbringen [18]. Damit vermitteln die Ausführungen zu WS eine Denkweise über Systeme innerhalb von Organisationen und über deren Grenzen hinweg [18]. Wir definieren proaktive Smart Homes zur Gesundheitsförderung als eine Einrichtung bzw. Organisation innerhalb unseres Gesundheitssystems, denn immer mehr Arbeiten werden aus den traditionellen Gesundheitseinrichtungen in die häusliche Umgebung ausgelagert. Dies impliziert, dass das grundlegende Verständnis eines WS, wie es durch den WS Rahmenwerk vermittelt wird, auf proaktive Smart Homes anwendbar ist,

obgleich proaktive Smart Homes ihr eigenes Vokabular haben. Bei proaktiven Smart Homes handelt es sich um komplexe Umgebungen, in denen verschiedenste Systemressourcen eingesetzt werden, bspw. Akteure, Informationen und Technologien, mit dem Ziel Gesundheitsdienstleistungen für die Bewohner (interne Kunden) zu erbringen. Im Rahmen dieser Arbeit identifizieren und charakterisieren wir die Bausteine eines proaktiven Smart Homes auf Basis der neun Elemente des WS Rahmenwerks.

Ein WS erbringt Dienstleistungen für seine Kunden (hier: die älteren Bewohner des proaktiven Smart Homes) [18, 34]. Die Komponenten eines WS gliedern sich in drei Kategorien: (1) Akteure, Informationen, Technologien, Prozesse und Aktivitäten, (2) Kunden und Dienstleistungen sowie (3) Umwelt, Infrastrukturen und Strategien. Die Elemente aus der ersten Kategorie befinden sich innerhalb des WS (siehe die graue Schattierung in Abbildung 2). Akteure, Informationen und Technologien werden als Ressourcen betrachtet [35] und kommen als solche in Prozessen und Aktivitäten³ zum Einsatz. Prozesse wiederum dienen dazu Dienstleistungen für die Kunden des WS zu erbringen. Die Elemente aus der zweiten Kategorie können sich teils inner- und teils außerhalb des WS befinden, bspw. kann ein Kunde in die Prozesse zur Erbringung einer Dienstleistung involviert sein. Die Elemente aus der dritten Kategorie befinden sich außerhalb des WS. Umwelt, Infrastrukturen und Strategien beeinflussen als Systemumgebung das WS direkt [18].

³ Im weiteren Verlauf wird nur noch von Prozessen gesprochen [18].

Innerhalb des WS Rahmenwerks müssen verschiedene Elemente aneinander angeglichen werden (siehe die Pfeile in Abbildung 2). Innerhalb eines WS muss eine Angleichung von Akteuren und Prozessen, Informationen und Prozessen sowie Technologien und Prozessen vorgenommen werden. Eine Abstimmung zwischen Akteuren und Informationen, Informationen und Technologien sowie Akteuren und Technologien ist nicht Bestandteil des WS Rahmenwerks und wurde in dieser Arbeit ergänzt [18].

Die Basis für den Gestaltungsraum von proaktiven Smart Homes ist die Identifikation, Beschreibung und Analyse der Bausteine eines proaktiven Smart Homes. In einem ersten Schritt werden die neun Elemente auf ein proaktives Smart Home im Kontext des deutschen Gesundheitssystems angewandt. Aufbauend auf den Bausteinen eines proaktiven Smart Homes leiten wir sieben Gestaltungsfragen ab.

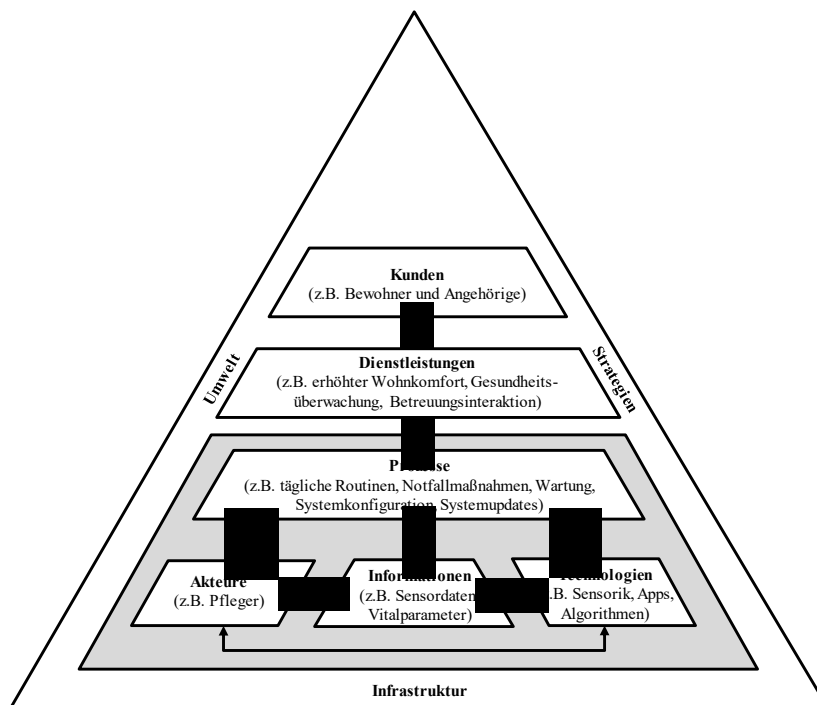


Abbildung 2. Gestaltungsraum für ein proaktives Smart Home (eigene Darstellung, in Anlehnung Alter [18]). Diese Abbildung zeigt die Bausteine eines proaktiven Smart Homes. Das Zusammenspiel dieser Bausteine wird durch Pfeile dargestellt. Die Bausteine innerhalb des proaktiven Smart Homes sind grau schattiert.

4 Gestaltungsfragen für Proaktive Smart Homes

4.1 Akteure, Informationen und Technologien

Akteure verrichten Arbeit innerhalb des proaktiven Smart Homes [18]. Der Begriff Akteur schließt sowohl diejenigen ein, die IuK verwenden, als auch diejenigen, die keine IuK verwenden [18]. Übertragen auf den Kontext von proaktiven Smart Homes bedeutet dies, dass ein breites Spektrum unterschiedlicher Akteure abgedeckt werden muss. Grob gliedern sich die Akteure in die Gruppen Leistungsempfänger, Leistungsträger (oder -erbringer) und Kostenträger [36]. Zwischen diesen Akteuren finden Informations- und Kommunikationsflüsse statt [37]. Information ist eine Ressource [35], die in den Prozessen und Aktivitäten eines proaktiven Smart Homes erzeugt und verwendet wird [18].⁴ Es wird unterschieden in technologiegestützte Informationen, die von einer Technologie, wie bspw. einem Computer, erfasst und verarbeitet werden und in nicht technologiegestützte Informationen, wie bspw. Gespräche zwischen Akteuren, die nicht aufgezeichnet wurden [18]. Mobile Endgeräten oder Wearables erfassen und übertragen verschiedene Informationstypen. Zu diesen Informationstypen zählen bspw. Vitalparameter (z. B. die Pulsfrequenz) und das Gewicht [38]. Informationstypen hängen von anderen Bausteinen ab, bspw. den Potentialen einer eingesetzten Technologie. Eine Technologie ist eine Ressource [35], die sich in die Kategorien Geräte und automatisierte Agenten aufteilt. Geräte können von Akteuren (insb. in der Rolle eines IuK-Nutzers) verwendet werden (z. B. ein mobiles Endgerät oder ein Wearable). Bei automatisierten Agenten handelt es sich um Hardware-/ Softwarekonfigurationen, deren Aufgabe darin besteht vollautomatisierte Aktivitäten auszuüben [18]. Im Hinblick auf Akteure, Informationen und Technologien, müssen für proaktive Smart Homes die folgenden Gestaltungsfragen (GF) geklärt werden: *Welche Akteure sind in die Prozesse involviert? Welche Informationen werden in den Prozessen wozu verwendet? Welche Technologien werden in den Prozessen von wem eingesetzt?*

4.2 Prozesse

Prozesse innerhalb eines proaktiven Smart Homes zielen darauf ab, Gesundheitsdienstleistungen für ältere Bewohner bereit zu stellen [18]. In diesen Prozessen spielen sowohl die IuK als auch der Mensch eine wichtige Rolle [39]. Daher setzen sich Prozesse aus den folgenden Interaktionen zusammen: (1) Mensch-Mensch-Interaktion, (2) Mensch-Maschine-Interaktion und (3) Maschine-Maschine-Interaktion. In dieser Arbeit bezieht sich der Begriff Smart Home auf mit Sensorik ausgestattete Lebenswelten (bspw. Wohnungen oder Betreuungseinrichtungen), in denen Informationen über seine Bewohner gesammelt und aggregiert werden. Übertragen auf den Kontext Gesundheit bedeutet dies, dass einerseits Informationen, z. B. zur Beobachtung von Schlafphasen, Bewegungsabläufen, Ernährungsverhalten

⁴ Eine Unterscheidung in Daten und Informationen ist für ein grundlegendes Verständnis eines WS bzw. eines proaktiven Smart Homes nicht erforderlich [18].

sowie sozialer Interaktion gesammelt und aggregiert werden, um so Muster in der tagtäglichen Routine der Bewohner identifizieren zu können, bspw. Aufstehen / zu Bett gehen und, dass andererseits durch Beobachtung verschiedenste Vitalparameter erhoben werden, bspw. Herzfrequenz, Atemfrequenz, Puls oder das Gewicht. Unter der Prämisse, dass die etablierten Muster mit den erhobenen Vitalparametern korrelieren, wird nach Veränderungen in der tagtäglichen Routine (bspw. ein vermehrtes Aufsuchen der Toilette in der Nacht) gesucht, sodass bspw. eine Infektion frühzeitig erkannt werden kann [16]. Die Prozesse eines proaktiven Smart Homes involvieren die oben präsentierten Akteure sowie deren Interaktion und Kommunikation [37]. Die daraus abgeleitete GF lautet: *Welche Prozesse finden innerhalb eines proaktiven Smart Home statt?*

4.3 Gesundheitsdienstleistungen

In dieser Arbeit wird unter dem Begriff Gesundheitsdienstleistung eine Handlung verstanden, die für jemand anderen erbracht wird, einschließlich der Bereitstellung von Ressourcen, die jemand anderes nutzen wird [35, 40]. In einem proaktiven Smart Home ist die Erbringung einer Bandbreite unterschiedlicher Gesundheitsdienstleistungen denkbar, bspw. zur Förderung von Gesundheit oder Steigerung der Fitness. Die Auswirkung einer Gesundheitsdienstleistung wird durch verschiedene andere Bausteine determiniert, bspw. durch die eingesetzte Technologie. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass nicht erwartet werden kann, dass der Einsatz ganz unterschiedlicher Technologien zu den gleichen Auswirkungen führt. Beispiele für Auswirkungen sind Hinweise, die zu einer frühzeitigeren Diagnose einer Erkrankung führen können oder ein verbesserter Informationsfluss verbunden mit weniger Behandlungstagen in einer stationären Versorgungseinrichtung [41]. Die daraus abgeleitete GF lautet: *Welche Gesundheitsdienstleistungen werden in einem proaktiven Smart Home erbracht?*

4.4 Kunden

Im Kontext von proaktiven Smart Homes sind die Bewohner die Empfänger der Gesundheitsdienstleistungen [18]. Als eine Besonderheit sind in einem proaktiven Smart Home die Empfänger von Gesundheitsdienstleistung selber als Akteure in die Erbringungsprozesse involviert (sogenannte Ko-Produktion) [18]. Kunden sind in proaktiven Smart Homes nicht einfach als die Empfänger einer Dienstleistung zu sehen [42]. Eine solche Sichtweise würde unberücksichtigt lassen, dass es sogenannte zahlende Kunden gibt, bspw. eine Krankenkasse, die die Kosten für eine Gesundheitsdienstleistung übernimmt, oder Akteure, die die Entscheidungen der Bewohner beeinflussen oder gar mittragen können, wie z. B. ihre Angehörigen [42]. Letztere können einen Nutzen von der erbrachten Gesundheitsdienstleistung haben. Angehörige profitieren bspw. davon, dass die Bewohner fit, gesund und selbstständig bleiben [42]. Die daraus abgeleitete GF lautet: *Wer sind die Kunden und Nutznießer einer Gesundheitsdienstleistung?*

4.5 Umwelt, Infrastruktur und Strategien

Umwelt, Infrastruktur und Strategien befinden sich außerhalb des proaktiven Smart Homes und beeinflussen es unmittelbar [18]. Ein proaktives Smart Home zur Gesundheitsförderung kann nicht erfolgreich entwickelt werden, ohne dass das bereits existierende traditionelle Gesundheitssystem berücksichtigt wird. Dazu müssen das proaktive Smart Home und seine Systemumgebung koordiniert und integriert werden [43]. Ein Beispielszenario wäre, dass bei Veränderungen in den tagtäglichen Routinen der Bewohner eine Pflegekraft oder ein Angehöriger per E-Mail informiert wird und mit dem Bewohner Kontakt aufnimmt, um bspw. in einem Notfall zu intervenieren. Im Rahmen dieser Arbeit wird von der Systemumgebung abstrahiert. Die daraus abgeleitete GF lautet: *In welchen Kontext muss das proaktive Smart Home eingebettet werden?*

5 Diskussion und Limitationen

Aufbauend auf dem WS Rahmenwerks [18], stellt diese Arbeit einen ersten Schritt dar einen Gestaltungsraum für ein proaktives Smart Home zu entwerfen sowie erste GF zu formulieren, die – vor dem Hintergrund der mit proaktiven Smart Homes verbundenen Herausforderungen [15] – die Realisierung proaktiver Smart Homes zur Gesundheitsförderung unterstützen sollen. Zum einen erhoffen wir uns mit dieser Arbeit einen fruchtbaren Nährboden für Diskussionen anzustoßen und zum anderen empfehlen wir der zukünftigen Forschung mithilfe des WS Metamodells [18], eine detailliertere Skizze eines proaktiven Smart Homes anzufertigen. Proaktive Smart Homes sind eine Entwicklung, die bisher vor allem technologiegetrieben war. Proaktive Smart Homes sind vielversprechend zur Förderung der Gesundheitsversorgung, aber auch soziotechnische Systeme, die nicht einfach umsetzbar sind. Insbesondere liegt die Herausforderung bei proaktiven Smart Homes darin die Daten und Algorithmen so einzusetzen, dass sie für Endnutzer nutzbar sind [44]. Im Rahmen dieser Arbeit haben wir die GF identifiziert, die für die Realisierung von proaktiven Smart Homes beantwortet werden müssen. Zentrale Komponenten von proaktiven Smart Homes sind die Bewohner, die Sensoren und die Datenverarbeitung. All das zu integrieren und daraus vielversprechende Gesundheitsdienstleistungen zu generieren ist eine Aufgabe, die nicht einfach zu lösen ist. Eine zielführende Gestaltung von Smart Homes für die Gesundheitsversorgung erfordert eine intensive Betrachtung des technologisch Machbaren sowie der Bedürfnisse und Wünsche der Bewohner [45]. Der Gestaltungsraum für die hier vorgestellten Smart Home Anwendungen sollte auch hinsichtlich tragfähiger Geschäftsmodelle untersucht werden [19]. Smart Homes bieten eine Fülle von Daten, die bislang nicht genutzt werden. Methoden des Active Learnings sind ein vielversprechender Ansatz, um Smart Homes so zu gestalten, dass nicht nur auf die Bedürfnisse der Nutzer reagiert wird, sondern IuK so gestaltet wird, dass proaktiv auf die Nutzerbedürfnisse eingegangen werden kann. Die GF, die dafür bedacht werden müssen, wurden im Rahmen dieser Arbeit abgeleitet. Somit liegt der Beitrag dieser Arbeit nicht nur darin aufzuzeigen, was prinzipiell machbar ist, sondern auch was bedacht werden muss, um proaktive Smart Homes zielführend zu gestalten.

Literaturverzeichnis

1. Liu, L., Stroulia, E., Nikolaidis, I., Miguel-Cruz, A., Rincon, A.R.: Smart Homes and Home Health Monitoring Technologies for Older Adults: A Systematic Review. *Int J Med Inform* 91, 44–59 (2016)
2. Haux, R., Howe, J., Marschollek, M., Plischke, M., Wolf, K.-H.: Health-Enabling Technologies for Pervasive Health Care: On Services and ICT Architecture Paradigms. *Inform Health Soc Care* 33, 77–89 (2008)
3. Haux, R., Hein, A., Kolb, G., Künemund, H., Eichelberg, M., Appell, J.-E., Appelrath, H.-J., Bartsch, C., Bauer, J.M., Becker, M.: Information and Communication Technologies for Promoting and Sustaining Quality of Life, Health and Self-Sufficiency in Ageing Societies—Outcomes of the Lower Saxony Research Network Design of Environments for Ageing (GAL). *Inform Health Soc Care* 39, 166–187 (2014)
4. Garms-Homolová, V., Schaeffer, D.: Bevölkerungsgruppen: Einzelne Bevölkerungsgruppen: Ältere und Alte. In: Schwartz, F.W., Badura, B., Busse, R., Leidl, R., Raspe, H., Siegrist, J., Walter, U. (Hrsg.) *Das Public Health Buch. Gesundheit und Gesundheitswesen*, S. 675–686. Urban & Fischer, München (2003)
5. Norris, S.L., High, K., Gill, T.M., Hennessy, S., Kutner, J.S., Reuben, D.B., Unützer, J., Landefeld, C.S.: Health Care for Older Americans with Multiple Chronic Conditions: A Research Agenda. *J Am Geriatr Soc* 56, 149–159 (2008)
6. Vedel, I., Akhlaghpour, S., Vaghefi, I., Bergman, H., Lapointe, L.: Health Information Technologies in Geriatrics and Gerontology: A Mixed Systematic Review. *J Am Med Inform Assoc* 20, 1109–1119 (2013)
7. Hickam, D.H., Weiss, J.W., Guise, J.-M., Buckley, D., Motu'apuaka, M., Graham, E., Wasson, N., Saha, S.: Outpatient Case Management for Adults with Medical Illness and Complex Care Needs. Report, Agency for Healthcare Research and Quality (US) (2013)
8. Coleman, E.A.: Falling Through the Cracks: Challenges and Opportunities for Improving Transitional Care for Persons with Continuous Complex Care Needs. *J Am Geriatr Soc* 51, 549–555 (2003)
9. Sunyaev, A., Chorny, D.: Supporting Chronic Disease Care Quality: Design and Implementation of a Health Service and Its Integration with Electronic Health Records. *J Data Inf Qual* 3, 1–21 (2012)
10. Koch, S.: Home Telehealth: Current State and Future Trends. *Int J Med Inform* 75, 565–576 (2006)
11. Demiris, G., Thompson, H.: Smart Homes and Ambient Assisted Living Applications: From Data to Knowledge-Empowering or Overwhelming Older Adults? *IMIA Yearbook Med Inform*, 51–57 (2011)
12. Haux, R., Koch, S., Lovell, N.H., Marschollek, M., Nakashima, N., Wolf, K.H.: Health-Enabling and Ambient Assistive Technologies: Past, Present, Future. *IMIA Yearbook Med Inform*, 76–91 (2016)
13. Knaup, P., Schöpe, L.: Using Data from Ambient Assisted Living and Smart Homes in Electronic Health Records. *Methods Inf Med* 53, 149–151 (2014)
14. Koch, S., Marschollek, M., Wolf, K.H., Plischke, M., Haux, R.: On Health-Enabling and Ambient-Assistive Technologies: What Has Been Achieved and Where Do We Have to Go? *Methods Inf Med* 48, 29–37 (2009)

15. Wolf, K.-H., Dehling, T., Haux, R., Sick, B., Sunyaev, A., Tomforde, S.: On Methodological and Technological Challenges for Proactive Health Management in Smart Homes. *Stud Health Technol Inform* 238, 209–212 (2017)
16. Ding, D., Cooper, R.A., Pasquina, P.F., Fici-Pasquina, L.: Sensor Technology for Smart Homes. *Maturitas* 69, 131–136 (2011)
17. Crant, J.M.: Proactive Behavior in Organizations. *J Manag* 26, 435–462 (2016)
18. Alter, S.: Work System Theory: Overview of Core Concepts, Extensions, and Challenges for the Future. *J Assoc Inf Syst* 14, 72–121 (2013)
19. Peters, C., Blohm, I., Leimeister, J.M.: Anatomy of Successful Business Models for Complex Services: Insights from the Telemedicine Field. *J Manage Inform Syst* 32, 75–104 (2015)
20. Khusainov, R., Azzi, D., Achumba, I.E., Bersch, S.D.: Real-Time Human Ambulation, Activity, and Physiological Monitoring: Taxonomy of Issues, Techniques, Applications, Challenges and Limitations. *Sensors* 13, 12852–12902 (2013)
21. Kohlmann, M., Gietzelt, M., Haux, R., Song, B., Wolf, K.-H., Marschollek, M.: A Methodological Framework for the Analysis of Highly Intensive, Multimodal and Heterogeneous Data in the Context of Health-Enabling Technologies and Ambient-Assisted Living. *Inform Health Soc Care* 39, 294–304 (2014)
22. Haux, R.: Technische Systeme im Pflege-und Versorgungsmix für ältere Menschen: Expertise zum Siebten Altenbericht der Bundesregierung. Gutachten, Deutsches Zentrum für Altersfragen (2016)
23. Bott, O.J., Marschollek, M., Wolf, K.-H., Haux, R.: Towards New Scopes: Sensor-Enhanced Regional Health Information Systems - Part 1: Architectural Challenges. *Methods Inf Med* 46, 476–483 (2007)
24. Wang, J., Bauer, J., Becker, M., Bente, P., Dasenbrock, L., Elbers, K., Hein, A., Kohlmann, M., Kolb, G., Lammel-Polchau, C.: A Novel Approach for Discovering Human Behavior Patterns Using Unsupervised Methods. *Z Gerontol Geriatr* 47, 648–660 (2014)
25. Marschollek, M., Becker, M., Bauer, J.M., Bente, P., Dasenbrock, L., Elbers, K., Hein, A., Kolb, G., Künemund, H., Lammel-Polchau, C.: Multimodal Activity Monitoring for Home Rehabilitation of Geriatric Fracture Patients—Feasibility and Acceptance of Sensor Systems in the GAL-NATARS Study. *Inform Health Soc Care* 39, 262–271 (2014)
26. Settles, B.: *Active Learning*. Morgan & Claypool Publishers (2012)
27. Calma, A., Leimeister, J.M., Lukowicz, P., Oeste-Reiß, S., Reitmaier, T., Schmidt, A., Sick, B., Stumme, G., Zweig, K.A.: From Active Learning to Dedicated Collaborative Interactive Learning. In: 4th International Workshop on Self-Optimisation in Autonomic and Organic Computing Systems, o.S. Berlin, Germany (2016)
28. Peters, C., Leimeister, J.M.: TM³ - A Modularization Method for Telemedical Services. Design and Evaluation. In: Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems, o.S. Utrecht, Netherlands (2013)
29. Schmidt-Kraepelin, M., Dehling, T., Sunyaev, A.: Usability of Patient-Centered Health IT: Mixed-Methods Usability Study of ePill. *Stud Health Technol Inform* 198, 32–39 (2014)
30. Dehling, T., Gao, F., Schneider, S., Sunyaev, A.: Exploring the Far Side of Mobile Health. *JMIR mHealth uHealth* 3, o.S. (2015)
31. Dehling, T., Sunyaev, A.: Secure Provision of Patient-Centered Health Information Technology Services in Public Networks. *Electron Mark* 24, 89–99 (2014)

32. Grube, A., Dehling, T., Sunyaev, A.: How Do Patients Expect Apps to Provide Drug Information? In: Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences, S. 3577–3586. Hawaii, USA (2017)
33. Valero, S., del Val, E., Alemany, J., Botti, V.: Enhancing Smart-Home Environments Using Magentix2. *J Appl Logic* 24, 32–44 (2017)
34. Alter, S.: Metamodel for Service Analysis and Design Based on an Operational View of Service and Service Systems. *Serv Sci* 4, 218–235 (2012)
35. Alter, S.: Challenges for Service Science. *J Inf Tech Theory Man* 13, 22–37 (2012)
36. Schweiger, A., Sunyaev, A., Leimeister, J.M., Krcmar, H.: Information Systems and Healthcare XX: Toward Seamless Healthcare with Software Agents. *Com Assoc Inf Syst* 19, 692–709 (2007)
37. Rozenkranz, N., Eckhardt, A., Kühne, M., Rosenkranz, C.: Health Information on the Internet. State of the Art and Analysis. *Bus & Inf Syst Eng* 5, 259–274 (2013)
38. Peters, C., Menschner, P.: Towards a Typology for Telemedical Services. In: Proceedings of the 20th European Conference on Information Systems, o.S. Barcelona, Spain (2012)
39. Leimeister, J.M.: Dienstleistungengineering und -management. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (2012)
40. Alter, S.: Viewing Systems as Services: A Fresh Approach in the IS Field. *Com Assoc Inf Syst* 26, 195–224 (2010)
41. Tulu, B., Chatterjee, S., Laxminarayan, S.: A Taxonomy of Telemedicine Efforts with respect to Applications, Infrastructure, Delivery Tools, Type of Setting and Purpose. In: Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, o.S. IEEE Computer Society, Big Island, HI, USA (2005)
42. Alter, S.: Metamodel for Service Design and Service Innovation. Integrating Service Activities, Service Systems, and Value Constellations. In: Proceedings of the 32nd International Conference on Information Systems, o.S. Shanghai, China (2011)
43. Shannon, G., Nesbitt, T., Bakalar, R., Kratochwill, E., Kvedar, J., Vargas, L.: Chapter 5. Organizational Models of Telemedicine and Regional Telemedicine Networks. In: Ackerman, M., Craft, R., Ferrante, F., Kratz, M., Mandil, S., Sapci, H. (Hrsg.) *State-of-the-Art Telemedicine/Telehealth: An International Perspective*, S. 61–70 (2002)
44. Grube, A., Dehling, T., Sunyaev, A.: Promoting Use of Patient-Centered Health IT. Assessment and Ranking of Incentive Mechanisms. In: 51th Hawaii International Conference on System Sciences, o.S. IEEE (2018)
45. Morana, S., Dehling, T., Reuter-Oppermann, M., Sunyaev, A.: User Assistance for Health Care Information Systems. In: 2017 SIG-Health Pre-ICIS Workshop, o.S. Seoul, South Korea (2017)