

Smart Home Predictive Analytics – Vernetzung von Menschen und Services im Internet der Dinge durch das Patientenortungssystem QuoLoco und die Plattform opta data one

Jan Heinrich Beinke¹, Pascal Meier¹, Hans-Peter Nickenig² und Frank Teuteberg¹

Abstract: Der demografische Wandel und dessen Auswirkungen sind besonders im ländlichen Raum zu spüren. Die Anforderungen und Bedürfnisse der immer älter werdenden Bevölkerung können häufig nicht durch die vorhandene medizinische und soziale Versorgungsinfrastruktur gedeckt werden. Der vorliegende Beitrag adressiert die Konzeption, Entwicklung und Evaluierung eines Smart Home Predictive Analytics Systems bestehend aus dem Patientenortungssystem QuoLoco und der Plattform „opta data one“. In dieser werden unterschiedliche Dienstleistungen nutzerorientiert zusammengeführt und zugänglich gemacht. Durch das Smart Home Predictive Analytics System können ältere Menschen länger selbstständig und selbstbestimmt in den eigenen vier Wänden wohnen bleiben, ohne dabei starke Einschränkungen bezüglich Gesundheits- und Sicherheitsaspekten zu erfahren. Das System wurde mithilfe des MEESTAR-Modells hinsichtlich ethischer Fragen evaluiert und wird aktuell in einer Pflegeeinrichtung getestet.

Keywords: Smart Home Predictive Analytics, Internet der Dinge, MEESTAR-Modell

1 Einleitung und Motivation

Der Verbleib im häuslichen Umfeld im Falle der Pflegebedürftigkeit ist eines der wichtigsten Bedürfnisse der Betroffenen entsprechend des Sondergutachtens „Koordination und Integration – Gesundheitsversorgung in einer Gesellschaft des längeren Lebens“ des Sachverständigenrates zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen [SA09].

In ländlichen, oft strukturschwachen, Regionen bietet eine sektorenübergreifende Vernetzung stationärer und ambulanter Leistungserbringer die Chance ein attraktives Lebensumfeld für die Bürger im Bereich der Gesundheitsversorgung anbieten zu können [SA09]. Im Rahmen einer empirischen Anforderungsanalyse (n = 4350 Teilnehmer) in der Modellregion „Grafschaft Bentheim / Südliches Emsland“ wurde festgestellt, dass die digitale Vernetzung aller an der Gesundheitsversorgung beteiligten Akteure sowie die Bündelung von Kapazitäten einen hohen Stellenwert erfährt. Dies kann durch Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ermöglicht und sichergestellt werden.

Ältere Menschen mit Pflegebedarf haben häufig das Bedürfnis, ihren Lebensabend in den

¹ Universität Osnabrück, Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik, Katharinenstr. 1, 49076 Osnabrück, {jan.beinke; pascal.meier; frank.teuteberg}@uni-osnabrueck.de

² I.T.Out GmbH, Ahauser Hof 2, 48527 Nordhorn, HPNickenig@itout.de

„eigenen vier Wänden“ selbstbestimmt zu gestalten. Ärzte und weitere Akteure aus dem Gesundheitssektor bestätigen die positive Wirkung, die das Leben im gewohnten häuslichen Umfeld haben kann [Pa15].

Dem Beitrag liegt daher folgende Forschungsfrage zugrunde:

Wie kann durch vernetzte Informations- und Kommunikationsstrukturen ein integriertes Smart Home Predictive Analytics für mehr Komfort, Sicherheit und eine präventive Gesundheitsvorsorge für die Nutzer gestaltet sowie den unterschiedlichen Akteuren im Gesundheitswesen sektorenübergreifend zugänglich gemacht werden?

Der zweite Abschnitt zeigt einen im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung bis 2020 mit über 5 Millionen Euro geförderten Projekts „Dorfgemeinschaft 2.0“ (www.dorfgemeinschaft20.de) entwickelten Use Case auf, in dem durch die Erfassung, Verknüpfung und Auswertung unterschiedlicher Sensordaten sog. Events (z.B. Interventionsmaßnahmen in Krisen- und Notfallsituationen) ausgelöst werden können. Abschnitt drei stellt verwandte Forschungsarbeiten und Projekte vor; in Abschnitt vier wird die zugrunde gelegte Forschungsmethodik beschrieben. Nach der Beschreibung der zentralen Plattformlösung „opta data one“ in Abschnitt fünf erfolgt die Vorstellung des zentralen Artefakts, dem Patientenortungssystem QuoLoco in Abschnitt sechs. Im siebten Abschnitt werden erste Evaluationsergebnisse mit besonderem Fokus auf ethische Fragestellungen vorgestellt. Abschließend werden in Abschnitt acht die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst und diskutiert sowie Limitationen der Arbeit aufgezeigt.

2 Use Case: Smart Home Predictive Analytics

Das folgende fiktive Fallbeispiel dient der Verdeutlichung der Funktionsweise des Smart Home Predictive Analytics System, welches in Abschnitt sechs weiter erläutert wird, und das Zusammenwirken der unterschiedlichen Akteure aufzeigt.

Die 84-jährige Seniorin Gerda Fischer aus Schüttdorf lebt allein in ihrer Eigentumswohnung, die in den 60ern errichtet und Mitte der 90er letztmalig renoviert worden ist. Durch ihre altersbedingten Erkrankungen ist sie motorisch eingeschränkt, sodass bestimmte Tätigkeiten z.B. die Gartenarbeit nicht mehr alleine erfolgen können. Dennoch möchte Frau Fischer weiterhin in ihren „eigenen 4 Wänden“ wohnen bleiben. Bereits in der Vergangenheit führte das zu potentiell lebensbedrohlichen Situationen: Nachdem sie morgens im Bad ausrutschte, wurde sie erst einige Stunden später durch ihren besuchenden Enkel entdeckt, der direkt den Notruf verständigte. Der herbeigerufene Notarzt versorgte Frau Fischer, nachdem die ebenfalls alarmierte Ortsfeuerwehr die Türöffnung durchgeführt hatte. Nach Rücksprache mit ihrem Sohn, der im ca. 200 Kilometer entfernten Amsterdam wohnt, erklärt sie sich damit einverstanden ihre Eigentumswohnung mit moderner Smart Home Technologie auszustatten. Sie entschied sich hierbei für das System QuoLoco. Dafür wurden in ihrem Haus an verschiedenen Stellen (u.a. in Bad, Küche, Schlafzimmer)

Sensoren sowie Aktoren platziert. Des Weiteren befindet sich unter ihrer Matratze eine Sensormatte, die Vitalparameter messen kann. Abgerundet wird dieses durch einen mobilen Sensor, den sie, für andere quasi unsichtbar, an ihrem Gürtel platzieren kann. Diese Sensoren sind z.B. in der Lage im Falle eines Notfalls für verschiedene Eskalationsstufen hinterlegte Kontakte oder den Notarzt zu alarmieren. Diese Vernetzung der unterschiedlichen Akteure erfolgt über die Plattform *opta data one* der Dorfgemeinschaft 2.0. Auf dieser Plattform hat sie bspw. ihren aktuellen Medikationsplan hinterlegt und zugestimmt, dass dieser zusammen mit den Daten aus der Sensormatte in ihre elektronische Fallakte überführt werden kann. Ebenfalls hat sie zugestimmt, dass der Notarzt im Notfall Zugriff auf diese hat.

Zwei Wochen später rutscht Frau Fischer erneut im Bad aus. Nachdem die Sensoren im Bad festgestellt haben, dass der Wasserhahn seit über 10 Minuten durchgehend läuft und Frau Fischer sich seit ebenfalls seit 10 Minuten nicht mehr im Bad bewegt hat, wird über die Plattform eine Nachricht an den Sohn gesendet. Dieser ruft direkt bei der Nachbarin an, die einen Zweitschlüssel für die Wohnung hat und direkt hinübereilt um nach dem Rechten zu sehen. Glücklicherweise ist Frau Fischer ansprechbar, kann sich jedoch nicht ohne fremde Hilfe mehr aufrichten. Die Nachbarin kontaktiert einen Arzt der Frau Fischer versorgt. Dieser stellt fest, dass durch die frühe Hilfe Schlimmeres verhindert werden konnte. Frau Fischer fühlt sich nun durch diese technischen Assistenzsysteme deutlich sicherer zu Hause – der Sohn ist ebenfalls froh darüber, dass nun schneller reagiert werden kann.

Dieses Szenario zeigt eine von vielen Möglichkeiten auf, die mit dem QuoLoco-System sowie der Plattform *opta data one* umsetzbar sind. Die Plattform und die angebotenen Systeme werden im Projekt Dorfgemeinschaft 2.0 kontinuierlich (weiter-)entwickelt und evaluiert.

3 Verwandte Forschungsarbeiten und Projekte

Zur Identifikation verwandter Arbeiten und Projekte wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um zum einen den aktuellen Forschungsstand zusammenzufassen, zum anderen praktische Erkenntnisse und Erfahrungen in die Entwicklung der Anwendung einfließen zu lassen und schließlich aktuelle Problemstellungen zu bearbeiten. Die gleichzeitige Untersuchung wissenschaftlicher und praxisnaher Projekte ermöglicht die Betrachtung aus unterschiedlichen Perspektiven.

Peukert et al. stellen in ihrem Beitrag fest, dass die von Smart Home unterstützten Bereiche Komfort, Sicherheit und Gesundheit sinnvoll eingesetzt werden können, um älteren Menschen ein längeres, selbstbestimmtes Leben in den eigenen vier Wänden zu ermöglichen. Als große Herausforderung sehen diese unter anderem die flexible Kommunikation, sowohl zwischen den verbundenen Geräten in unterschiedlichen Räumen als auch der Geräte nach außen [PKK10]. Ein Framework zur Sicherstellung von Datenschutz und Datensicherheit bei der Nutzung von Sensordaten im Smart Home Kontext wird von

Chakravorty et al. vorgestellt [CWR13a]; dabei wird der vollständige Weg von der Datengenerierung bzw. -sammlung, über den Transfer, die Speicherung und Verarbeitung bis zum Teilen bzw. der Vernichtung persönlicher Daten analysiert. Des Weiteren zeigen sie weitreichende Analysemöglichkeiten von anfallenden Smart Home Daten und ihre Bedeutung für unterschiedliche Akteure, u.a. Verwandte und Gesundheitsdienstleister, auf [CWR13b]. Bhole et al. kritisieren den mangelnden Reifegrad bisheriger Smarte Home Analyse Anwendungen [Bh15]. Wich und Kramer haben einen Review bezüglich des aktuellen Standes von Smart Home durchgeführt [WK16]. Sie stellen fest, dass der Erfolg von Smart Home stark von Dienstleistungen und Funktionen abhängig ist, die den Hausbewohnern einen nachvollziehbaren Mehrwert bieten. Eine Möglichkeit wie Datenanalysen zur Verbesserung von Dienstleistungen und somit zur Benutzererfahrung (User experience) beitragen können, wird von Ramparany et al. vorgestellt [Ra16]. Loepthien et al. untersuchten die Entwicklung von preiswerten Sensoren, die Menschen mit einer Beeinträchtigung der Sehfähigkeit in ihrem Alltag unterstützen können [Lo16]. Neben den Forschungsarbeiten konnten weitere verwandte Projekte identifiziert werden. Im Projekt FZI Living Lab SmartHome/AAL ist eine Zwei-Zimmer-Wohnung zur Verfügung gestellt, die mit diversen Sensoren, Aktoren, Gateways und Haushaltsgeräten verschiedener Anbieter ausgestattet ist, um diese in diversen Anwendungsszenarien zu prüfen. Das Zentrum für Angewandte Forschung an Hochschulen für Ambient Assisted Living untersucht die Auswirkung von Assistenzsystemen und -Technologien zur Sicherstellung der Teilhabe von Menschen mit Einschränkungen. Im Projekt IDEAAL wird bspw. untersucht wie Menschen durch den Einsatz von AAL-Technologien länger in ihrem gewohnten Wohnumfeld selbstbestimmt leben können. Die Projekte Wohnen mit Zukunft, Aaladin, aal@home, KongiHome, AlterLeben, Mensch-Tec liefern weitere Lösungsmöglichkeiten und Ideen für vernetzte Gebäude- und Versorgungskonzepte.

An diesem Punkt der Verknüpfung von technischer Ausstattung der Gebäude sowie der bereits bestehenden Infrastruktur des Gesundheitssektors setzt das in diesem Beitrag vorgestellte Artefakt im Gesamtprojekt der Dorfgemeinschaft 2.0 an. Es soll den Menschen ermöglicht werden möglichst lange in den „eigenen vier Wänden“ selbstbestimmt leben zu können, ohne dabei auf die notwendige Sicherheit zu verzichten. Es konnte kein System gefunden werden, das Notfälle aufgrund von Ausnahmeevents bzw. Über- oder Unterschreiten bestimmter vordefinierter Schwellwerte antizipiert, Vorwarnungen treffen kann sowie unterschiedliche Personen bzw. Akteure in vordefinierten Eskalationsstufen benachrichtigt, um das Eintreten eines Notfalls im Vorfeld durch entsprechendes Eingreifen zu verhindern. Des Weiteren konnte ebenfalls auch keine Einbettung einer solchen Anwendung in ein ganzheitliches Versorgungssystem identifiziert werden. Über die entwickelte Plattform *opta data one* (vgl. Abschnitt 5) können die jeweiligen Akteure des Gesundheitssektors (z.B. Hausarzt, Notarzt, Familienangehörige, Pflegedienste) über Notfälle individuell informiert werden und so die Versorgung sowohl zeitlich (z.B. schnellere Information) als auch qualitativ (z.B. Dokumentation in der Patientenakte, Problembeschreibung) verbessert werden.

4 Forschungsmethode

Die Entwicklung des Smart Home Predictive Analytics System folgt den Richtlinien des Design Science Ansatz nach Hevner et al. [He04]. Dieser Ansatz bietet die Möglichkeit, dass sowohl wissenschaftliche Forschungsergebnisse als auch praxisrelevantes Wissen der adressierten Akteure synthetisiert werden. Durch den kontinuierlichen Prozess von Anforderungsanalyse, Konzeption, Entwicklung und Evaluierung wird das Artefakt dauerhaft den Anforderungen entsprechend weiterentwickelt. Das Projekt befindet sich aktuell in der Evaluierungsphase. Die Anforderungsanalyse erfolgte durch Workshops in Anlehnung an Myers [My09], einen systematischen Literaturreview [Fe06, Vo09] und leitfadenbasierten Experteninterviews [GL10, MN09]. Insgesamt wurden im Zeitraum vom 2. August 2016 bis zum 1. Februar 2017 mit über 10 Partnern aus dem Gesundheitswesen und der Informations- und Kommunikationsbranche in 10 Treffen diskutiert, Anforderungen aufgenommen sowie Use Cases entwickelt. Auf bisherige Publikationen im Kontext von Design Science Research aufbauend, haben Peffers et al. [Pe07] die Design Science Research Method (DSRM) entwickelt. Die DSRM besteht aus den Prozessaktivitäten *Identify Problem & Motivate*, *Define Objectives Of A Solution*, *Design & Development*, *Demonstration*, *Evaluation*, *Communication*. Die Methode verläuft iterativ durch den Rückfluss von *Evaluation* und *Communication* zu *Define Objectives Of A Solution* und *Design & Development*. In dieser Arbeit werden dazu alle Phasen durchlaufen. Diese sind in Tabelle 1 dargestellt und kurz erläutert.

#	Aktivität	Beschreibung
1	Identify Problem & Motivate	Aufgrund unterschiedlicher Beeinträchtigungen müssen Menschen ihr gewohntes Wohnumfeld verlassen, obwohl sie dies unter Umständen nicht wollen.
2	Define Objectives Of A Solution	Menschen soll ein längeres selbstbestimmtes Leben im bekannten Wohnumfeld durch den Einsatz von moderner Informations- und Kommunikationstechnologie ermöglicht werden ohne auf die notwendige Sicherheit und den gewünschten Komfort zu verzichten.
3	Design & Development	Das QuoLoco-System wurde in einem iterativen Prozess konzipiert und entwickelt bei dem die zuvor aufgenommenen Anforderungen umgesetzt wurden.
4	Demonstration	In Testszenarien erfüllte das QuoLoco-System die zuvor aufgenommenen Anforderungen.
5	Evaluation	Das Artefakt wird hinsichtlich der Problemlösungsfähigkeit sowie ethischer, rechtlicher und sozialer Fragen evaluiert.
6	Communication	Das gestaltete Artefakt wird der Öffentlichkeit zugänglich gemacht (z.B. durch diese Publikation, Präsentationen, Messebeteiligungen).

Tab. 1: Aktivitäten des Design Science Ansatzes [Pe07]

5 Plattform opta data one

Um der Anforderung der bedarfsgerechten Versorgung gerecht zu werden, wurde im Rahmen des Projekts Dorfgemeinschaft 2.0 eine zentrale Plattform entwickelt und bereitgestellt, über die verschiedene Dienste im Bereich der sozialen, medizinischen und logistischen Versorgung im Rahmen einer (von Drittanbietern erweiterbaren) Service-Cloud bezogen werden können. Die Ansteuerung, Koordination und Verknüpfung aller Dienstleistungen erfolgt über diese Plattform, die damit alle Dienste zu einer zusammenhängenden sektorenübergreifenden Wertschöpfungskette bündelt. Über diese zentrale IT-Struktur können die verschiedenen Anwendungen bspw. mit Smart Home Sensoren und Aktoren sowie Wearables kommunizieren. Des Weiteren ermöglicht die Plattform bestehende Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen verschiedener Akteure zu vernetzen und so ein bedarfsgerechtes, generationenübergreifendes und gesundheitsbezogenes Versorgungsangebot mit individualisierten Sach- und Dienstleistungen zu gewährleisten.

Die Oberfläche der IT-Plattform ist individuell (vgl. Abbildung 1) an die entsprechenden Bedürfnisse der Nutzer anpassbar und über unterschiedliche Endgeräte zugänglich (z.B. PC, Smartphone, Tablet, Smart TV etc.). Die Darstellung der Information erfolgt in der Regel als eingebundenes Widget, das – je nach Anbieter – per Single-Sign-On weitere Einstellungsmöglichkeiten und Informationen bereitstellen kann. Die Widgets ermöglichen den Zugriff auf unterschiedliche Dienstleistungen, Informationen und Produkte aus den vier im Projekt definierten Lebenswelten „Wohnen“, „Mobilität“, „Versorgung“, sowie „Gesundheit und Pflege“.

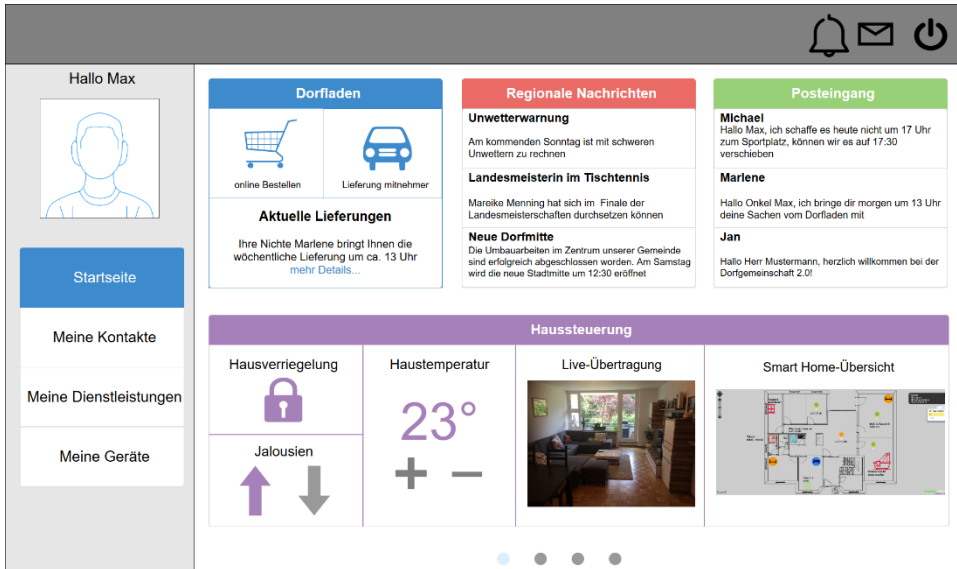


Abb. 1: Mock-up der Plattform opta data one

Zusätzlich können für die jeweiligen Dienstanbieter und -nachfrager Basisfunktionalitäten aus den Bereichen Kommunikation und Information (z.B. Chatfunktion, Foren, Dashboards oder RSS-Feeds), Bestellverwaltung, Dokumentenmanagement (z.B. Status der Wunderversorgung) sowie Workflowmanagement zur Verfügung gestellt werden. Dieser Beitrag fokussiert das als Widget in die Plattform integrierte System QuoLoco und die Interaktion mit der Plattform und weiteren Dienstleistern.

6 Smart Home Predictive Analytics – Das QuoLoco-System

Die Anforderungsanalyse zeigte auf, dass ein besonderer Bedarf nach einem personenindividuellen, situationsbezogenen und frei konfigurierbaren Notfallmanagementsystem sowohl bei den Akteuren aus dem Gesundheitssektor als auch bei den betroffenen Menschen vor Ort vorhanden ist. Dies kann durch das entwickelte QuoLoco-System ermöglicht werden. Mit diesem kann im Haus und in abgegrenzten Außengebieten (z.B. Garten) auf Basis (mobiler) Aktivsensoren die Position von Personen bestimmt werden. Des Weiteren können Aktivsensoren bspw. in einer Sensormatte genutzt werden, um Vitalparameter zu messen. Dieses sogenannte VitaLog-System ist in QuoLoco bereits integriert. Die Sensormatte wird in oder auf der genutzten Matratze platziert und liefert während der Bettzeit Vitaldaten über Atem- und Herzfrequenz. Neben der Erkennung ob das Bett belegt oder unbelegt ist, bietet VitaLog die Möglichkeit der diagnostischen sowie therapeutischen Unterstützung, um Einschlafphasen, ruhiges bzw. unruhiges Schlafen, Schlafapnoe, Auswirkungen medikamentöser Einstellungen individuell zu messen und zu analysieren. Des Weiteren wird auch das Erkennen von epileptischen Anfällen ermöglicht.

Außerdem kann ein mobiler, unauffälliger Aktivsensor im körpernahen Bereich getragen werden. Als Träger können hierzu Gürtel, Armbänder oder auch Schuhsohlen dienen. Das Auslesen der Messwerte bzw. der Datentransfer wird durch eine USB- oder RS 232-Schnittstelle, den RS 485-Messgerätebus bzw. drahtlos durch eine Infrarot-(IrDA) oder eine Funk-Schnittstelle realisiert. Neben der Datensicherheit, die unter anderem durch verschiedene Verschlüsselungsverfahren sichergestellt wird, ist der Datenschutz von besonderer Bedeutung – es ist individuell vom Nutzer anpassbar welche Daten erfasst, ausgewertet und ggf. an bestimmte Akteure des Gesundheitswesens weitergeleitet werden sollen.

Eine weitere Ergänzungsmöglichkeit ist die Verlegung von großflächigen und intelligenten Sensoren im Fußboden. Allgemein sind für jede Person individuelle Alarmparameter einstellbar, die ohne weiteres Handeln der Person einen Not- oder Hilferuf auslösen können. Über ein übersichtliches Browserinterface können entsprechende Events bzw. Notfallszenarien hinterlegt werden. Dazu werden die in Echtzeit erfassten personen- bzw. objektspezifischen Daten mit den individuell festgelegten Notfall- bzw. Eventparametern sowie Lokalisierungsdaten abgeglichen. Abbildung 2 zeigt die Darstellung möglicher Ereignisse bzw. Objektzustände und Lokalisierungen in QuoLoco auf.

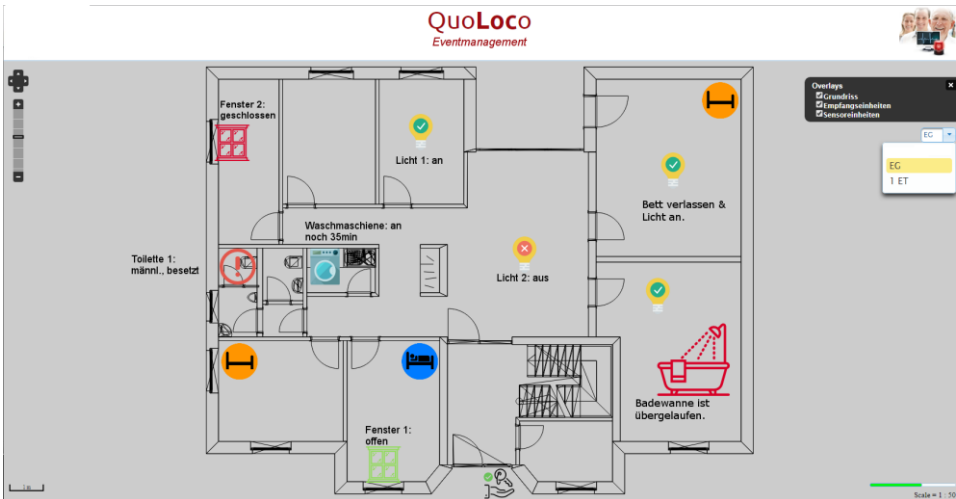


Abb. 2: Übersicht QuoLoco

Dazu können unterschiedliche Messparameter z.B. „Person hat sich seit 30 Minuten nicht bewegt“, „Wasserhahn im Bad ist aktiv, obwohl die Person im Garten ist“, „Pulsfrequenz unter 40 pro Minute“ ausgewählt, verbunden und Grenzwerte definiert werden. Für die definierten Lokalisierungen, Events bzw. potenziellen Notfallszenarien können jeweils unterschiedliche Interventionsmaßnahmen hinterlegt werden. So können bspw. bestimmte Personen (Verwandte, Nachbarn, Hausarzt, Notarzt etc.) informiert werden und/oder die Situation vor Ort oder durch einen (Video-)Anruf überprüft werden. Des Weiteren erhalten diese Akteure, Ereignis abhängig, alle relevanten Informationen wie z.B. den genauen Aufenthaltsort, Allergien und den aktuellen Medikationsplan. Der Medikationsplan und eine digitale Patientenakte können in der Plattform erstellt und gepflegt und bei entsprechendem Notfall mitversendet werden. Die qualifizierte Hilfe bzw. Bearbeitung durch die jeweils verantwortliche Person geschieht unverzüglich nach dem jeweiligen auslösenden Ereignis. Ein Fehlalarm kann dabei durch die betroffene Person schnell und unkompliziert zurückgezogen werden.

QuoLoco³ richtet sich primär an unterstützungsbedürftige Menschen jeden Alters, die motorisch, sensorisch oder kognitiv eingeschränkt sind, desorientierte Patienten, Menschen mit Hin-/Weglauftendenz und psychisch erkrankte Menschen. Im Fokus steht die Sicherheit der Menschen, bei gleichzeitiger Vermeidung bzw. Reduzierung von freiheitseinschränkenden Maßnahmen.

³ Eine genaue technische Umsetzung von QuoLoco ist unter <https://tinyurl.com/QuoLoco-Informatik17> abrufbar.

7 Evaluation

Durch die individuelle Anpassungsfähigkeit des QuoLoco-Systems in Verbindung mit den Akteuren des Gesundheitssektors (Notärzte etc.) kann für Menschen mit Handicap eine Wohnsituation geschaffen werden, die eine selbstständige und selbstbestimmte Lebensführung in den eigenen vier Wänden auch bei stärkeren Beeinträchtigungen ermöglicht. Als Nebeneffekt des Einsatzes derartiger technischer Assistenzsysteme können die Ressourcen der Ärzte sowie der Betreuungs- und Pflegekräfte zielgerichtet für persönliche Kontakte und Gespräche eingesetzt werden. Im Rahmen des Projekts Dorfgemeinschaft 2.0 wird dieses System aktuell zunächst in einem Show Room getestet, um weitere Erfahrungen zu sammeln und Hemmnisse, die in Zusammenhang mit derartigen Systemen bestehen, abzubauen. Von besonderer Bedeutung sind neben der korrekten technischen Informationsverarbeitung vor allem ethische Fragestellungen. Dazu wird das MEESTAR-Modell (Abbildung 3) genutzt, das zur ethischen Evaluierung sozio-technischer Arrangements in der Pflege- und Gesundheitsversorgung entwickelt worden ist [Ma13].

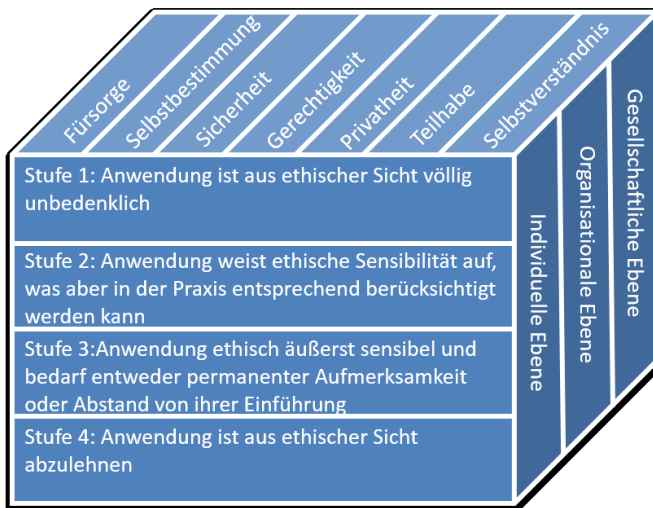


Abb. 3: MEESTAR-Würfel [Ma13]

Anzumerken ist, dass die durch das MEESTAR-Modell gelieferten Bewertungen keine Allgemeingültigkeit und Zeitlosigkeit beanspruchen können [We15]. Des Weiteren sind die Begrifflichkeiten der sieben Dimensionen nicht trennscharf und besitzen Schnittmengen miteinander. Weber et al. merken aufgrund ihrer Erkenntnisse in diversen Workshops mit Fokusgruppen an, dass die Einordnung einer Anwendung in die Stufe 1 im realen Einsatz unwahrscheinlich ist. Der Fokus dieser Evaluation bezieht sich auf die individuelle Ebene. Hinsichtlich des Fürsorgeaspektes ist festzuhalten, dass durch das System eine gewisse Verantwortung und Entscheidungsmacht übernommen wird. Bezüglich dieser Dimension wird die Anwendung als ethisch sensibel (Stufe 2) eingeordnet, da die Übergabe

von Entscheidungsmacht an ein System mit weitreichenden Folgen verbunden sein kann (z.B. bei Ausfall eines Sensors). Bei Betrachtung der Selbstbestimmung sind Einschränkungen festzustellen, da bspw. vom unabhängigen Landesdatenschutzzentrum Schleswig-Holstein gefordert wird, dass das System jederzeit deaktivierbar sein muss [Un10]. Diese Funktion ist implementiert und kann jederzeit genutzt werden. Die Funktionalität steht hier jedoch im Vordergrund, so dass sich Frage stellt welche Folgen eine Einstellung der Erfassung von Vital- und Positionsdaten mit sich bringt. Damit einhergehend wären Fragen bezüglich der Haftung zu klären. Aufgrund dieser Bedenken kann die Anwendung in dieser Dimension in die Stufe 2 eingeordnet werden. Das entwickelte Smart Home Predictive Analytics System hat als eines der zentralen Ziele die Sicherheit in den eigenen vier Wänden zu erhöhen. Des Weiteren wird durch die sukzessive Anpassung an die individuellen Bedürfnisse und Lebenssituation und ständiges Monitoring die Anzahl von Fehlalarmen und Defekten minimiert. Insgesamt kann hier die Einordnung in Stufe 2 erfolgen. Die Privatheit wird zum einen durch die Unaufdringlichkeit des Systems als auch durch den „quasi unsichtbaren“ Einbau der Sensoren sichergestellt. Des Weiteren wird durch die zentrale Verarbeitung sichergestellt, dass die nur für die jeweiligen Dienstleistungen notwendigen Daten nach Zustimmung weitergeleitet werden (Einordnung in Stufe 2). Die Gerechtigkeitsdimension fokussiert die Frage nach der sozialen Gerechtigkeit, bspw. der Zugänglichkeit solcher Systeme. Die Lösung wird auf dem freien Markt angeboten und ist damit prinzipiell jedem zugänglich – eine finanzielle Unterstützung seitens des gesetzlichen Krankenkassensystems wird in Zukunft erstrebenswert sein (Einordnung in Stufe 3). Bezüglich der Dimension der Teilhabe ist anzumerken, dass insbesondere durch die Anwendung eine aktive Teilhabe ermöglicht wird. Die Menschen werden nicht in ein neues, betreutes Wohnumfeld gebracht, sondern haben die Möglichkeit in ihrem vertrauten Umfeld weiter aktiv am Leben teilzunehmen. Ein möglicher Umzug in ein neues Wohnumfeld ginge in vielen Fällen mit einem Ortswechsel einher und damit auch ein Verlassen der bekannten Vereins- und Gesellschaftsstrukturen im bekannten Wohnort (Einordnung erfolgt in Stufe 2). In der Dimension des Selbstverständnisses, die „die Bewertung und Wahrnehmung eines Subjektes gegenüber sich selbst“ [Ma13] beschreibt, erfolgt ebenfalls eine Einstufung auf Stufe 2, da nur eine unterstützende Maßnahme unter Einwilligung und Einbeziehung der Menschen erfolgt. Eine Verdrängung von Krankheitsbildern bzw. Einschränkungen findet nicht statt, im Gegenteil werden diese thematisiert und versucht diesen entgegenzuwirken.

Zusammenfassend ist bezüglich der Evaluation auf Basis des MEESTAR-Modells festzuhalten, dass ein solcher Eingriff in das direkte Umfeld vulnerabler Personen ein sensibles Thema darstellt und besondere Umsicht im Bereich der ethischen und rechtlichen Fragestellungen und Verantwortlichkeiten notwendig ist.

Neben der ethischen Evaluation erfolgt aktuell eine technische sowie ökonomische Evaluation durch den prototypischen Einsatz in einem Pflegeheim. Die mit dem System arbeitenden Betreuungskräfte, inklusive der Ärzte haben nach anfänglicher Unsicherheit und kleineren Anpassungen des Systems ihr Vertrauen voll und ganz ausgesprochen und handeln auch danach. Des Weiteren stehen derzeit weitere Befragungen mit Experten aus den Bereichen Gesundheit, Ethik, Datenschutz, Recht sowie betroffenen Personen an.

8 Fazit und Diskussion

Das in diesem Beitrag vorgestellte Smart Home Predictive Analytics System bestehend aus dem QuoLoco-System und der Plattform opta data one ermöglicht älteren Menschen länger selbstbestimmt in ihrem bekannten Wohnumfeld zu verbleiben, ohne dabei Gesundheits-, Komfort- und Sicherheitsaspekte zu vernachlässigen. Die Entwicklung der Anwendung erfolgte dabei partizipatorisch unter Einbindung der verschiedenen Akteure und Betroffenen sowie der Beachtung bereits existierender Literatur und Projekte. Allgemein ist anzumerken, dass nicht alle Beiträge und Projekte identifiziert werden konnten. Die partizipative Entwicklung der Anwendung sowie die Anbindung an eine vernetzende Plattform wie opta data one ist im Rahmen dieses Beitrages von besonderer Bedeutung.

Eine erste Evaluation der Anwendung erfolgte anhand des MEESTAR-Modells und in einer zweiten Phase während des aktuellen Einsatzes in einer Pflegeeinrichtung. Diese Evaluation soll kontinuierlich fortgesetzt werden, um sowohl ethischen Ansprüchen als auch neueren technischen Entwicklungen und sich ändernden Ansprüchen der Betroffenen sowie den rechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen gerecht werden zu können. Technische Weiterentwicklungen ergeben sich im Bereich der Verbesserung der Sensorerfassungen, der effizienteren Verarbeitung der Daten und der kontinuierlichen Anpassung an aktuelle Sicherheits- und Datenschutzstandards.

Literaturverzeichnis

- [Bh15] Bhole, M.; Phull, K.; Jose, A.; Lakkundi, V.: Delivering Analytics Services for Smart Homes. IEEE Conference on Wireless Sensors Delivering, S. 28–33, 2015.
- [CWR13a] Chakravorty, A.; Wlodarczyk, T.; Rong, C.: Privacy Preserving Data Analytics for Smart Homes. In: IEEE Security and Privacy Workshops (SPW), S. 23–27, 2013.
- [CWR13b] Chakravorty, A.; Wlodarczyk, T.; Rong, C.: Safer @ Home Analytics: a Big Data Analytical Solution for Smart Homes. In: IEEE 5th International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), S. 705–710, 2013.
- [Fe06] Fettke, P.: State-of-the-art des state-of-the-art: Eine Untersuchung der Forschungsmethode “Review” innerhalb der Wirtschaftsinformatik. In: Wirtschaftsinformatik 48 (4), S. 257–266, 2006.
- [GL10] Gläser, J.; Laudel, G.: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. Springer Verlag, 2010.
- [He04] Hevner, A. R.; March, S. T.; Park, J.; Ram, S.; Ram, S.: Design Science in Information Systems Research. In: MIS Quarterly 28 (1), S. 75–105, 2004.
- [Lo16] Loepthien, N.; Jehnichen, T.; Hauser, J.; Schullcke, B.; Möller, K.: Development of a low-cost sensor based aid for visually impaired people. In: Current Directions in Biomedical Engineering 2 (1), S. 727–730, 2016.

- [Ma13] Manzeschke, A.; Weber, K.; Rother, E.; Fangerau, H.: Ethische Fragen im Bereich Altersgerechter Assistenzsysteme, 2013.
- [MN09] Meuser, M.; Nagel, U.: Das Experteninterview – konzeptionelle Grundlagen und methodische Anlage. *Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft*, S. 465–479, 2009.
- [My09] Myers, M. D.: *Qualitative Research in Business & Management*. Sage, London, 2009.
- [Pa15] Paulus, W.: *Selbständig zuhause leben im Alter - auf dem Weg zu einer integrierten Versorgung*, 2015.
- [Pe07] Peffers, K.; Tuunanen, T.; Rothenberger, M. A.; Chatterjee, S.: A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. In: *Journal of Management Information Systems* 24 (3), S. 45–77, 2007.
- [PKK10] Peukert, D.; Kampe, G.; Kotterba, B.: *Sicheres Wohnen im Alter. Leben in Gemeinschaft. Ambient Assisted Living - AAL - 3. Deutscher AAL-Kongress mit Ausstellung - Assistenzsysteme im Dienste des Menschen: zuhause und unterwegs*, 2010.
- [Ra16] Ramparany, F.; Thalgott, M.; Bolle, S.; Martin, S.: Exploiting Data Analytics for Home Automation Services. In: *IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Exploiting*, S. 228–234, 2016.
- [SA09] Sachverständigenrat: *Koordination und Integration - Gesundheitsversorgung in einer Gesellschaft des längeren Lebens*. 2009.
- [Un10] Date, U. L. für; Schleswig-Holstein, N.: *Juristische Fragen im Bereich altersgerechter Assistenzsysteme*, 2010.
- [Vo09] vom Brocke, J.; Simons, A.; Niehaves, B.; Riemer, K.; Plattfaut, R.; Clevén, A.; Brocke, J. Von; Reimer, K.: Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: *17th European Conference on Information Systems*, S. 2206–2217, 2009.
- [We15] Weber, K.: MEESTAR : Ein Modell zur ethischen Evaluierung sozio-technischer Arrangements in der Pflege- und Gesundheitsversorgung. *Technisierung des Alltags – Beitrag für ein gutes Leben?* S. 247–262, 2015.
- [WK16] Wich, M.; Kramer, T.: Enrichment of Smart Home Services by Integrating Social Network Services and Big Data Analytics. In: *49th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2016.