**HOCHSCHULE DER MEDIEN**



**Master-Studiengang Wirtschaftsinformatik (WIM3)**

**Masterarbeit**

(368301)

**Konzeption und Design eines kontextsensitiven smarten Medikamentenverwaltungssystems**

vorgelegt bei

Prof. Dr. Gottfried Zimmermann

Dipl. -Ing. Lukas Smirek

von

Waldemar Jaufmann

Matr.-Nr. 31944

im

Wintersemester 2016/2017

# Management Summary

[Management Summary II](#_Toc476173498)

[Abkürzungsverzeichnis VI](#_Toc476173499)

[Abbildungsverzeichnis VII](#_Toc476173500)

[1. Einleitung 1](#_Toc476173501)

[1.1. Motivation 1](#_Toc476173502)

[1.2. Ziel der Masterarbeit 2](#_Toc476173503)

[1.3. Methodisches Vorgehen 2](#_Toc476173504)

[1.4. Aufbau der Arbeit 2](#_Toc476173505)

[1.5. Verwandte Arbeiten 3](#_Toc476173506)

[2. Grundlagen 5](#_Toc476173507)

[2.1. Terminologische Einordnungen 5](#_Toc476173508)

[2.1.1. Adhärenz und Compliance 5](#_Toc476173509)

[2.1.2. Alter und Altern 6](#_Toc476173510)

[2.2. Demographischer Wandel 7](#_Toc476173511)

[2.3. Lebenssituation älterer Menschen 8](#_Toc476173512)

[2.3.1. Gesundheit 8](#_Toc476173513)

[2.3.2. Adhärenz 10](#_Toc476173514)

[2.3.3. Wohnsituation 12](#_Toc476173515)

[2.3.4. Technikakzeptanz 13](#_Toc476173516)

[2.4. Ambient Assisted Living 14](#_Toc476173517)

[2.4.1. Geschichte 15](#_Toc476173518)

[2.4.2. State of the Art 16](#_Toc476173519)

[2.4.3. Anwendungsbereiche 17](#_Toc476173520)

[3. Kategorien von Medikamentenverwaltungssystemen 19](#_Toc476173521)

[3.1. Einordnung der Medikamentenverwaltungssysteme in Kategorien 19](#_Toc476173522)

[3.1.1. Smarte Medikamentenspender 19](#_Toc476173523)

[3.1.1.1. Produkte auf dem Markt 20](#_Toc476173524)

[3.1.2. Smarte Medikamentendosen 23](#_Toc476173525)

[3.1.2.1. Produkte auf dem Markt 23](#_Toc476173526)

[3.1.3. Smarte Medikamentendosierer 25](#_Toc476173527)

[3.1.3.1. Produkte auf dem Markt 25](#_Toc476173528)

[3.1.4. Smarte Aufsätze 28](#_Toc476173529)

[3.1.4.1. Produkte auf dem Markt 29](#_Toc476173530)

[3.2. Bewertung der Kategorien nach Einsatzpotenzial 31](#_Toc476173531)

[4. Konzeption und Entwicklung des smarten Medikamentenverwaltungssystems 32](#_Toc476173532)

[4.1. Anforderungsanalyse 32](#_Toc476173533)

[4.2. Konzeption und Auswahl eines Konzeptes 33](#_Toc476173534)

[4.2.1. Konzept 1: Smarter Medikamentenspender 33](#_Toc476173535)

[4.2.2. Konzept 2: Smarter Medikamentendosierer 35](#_Toc476173536)

[4.2.3. Bewertung und Auswahl der Konzepte 36](#_Toc476173537)

[4.3. Entwicklung der Hard- und Software 40](#_Toc476173538)

[4.3.1. Prototyping 40](#_Toc476173539)

[4.3.2. Konstruktion 41](#_Toc476173540)

[4.3.3. Einbau der Bestandteile und Elektronik 41](#_Toc476173541)

[4.3.3.1. Schaltplan 43](#_Toc476173542)

[4.4. Software 43](#_Toc476173543)

[4.4.1. Architektur 43](#_Toc476173544)

[4.4.2. Funktionen 43](#_Toc476173545)

[4.4.2.1. Benachrichtigungsfunktionen verwalten 43](#_Toc476173546)

[4.4.2.2. Medikamente verwalten 43](#_Toc476173547)

[4.4.2.3. Termine verwalten 43](#_Toc476173548)

[4.4.2.4. Kontaktpersonen verwalten 43](#_Toc476173549)

[4.4.2.5. Bezugsquellen verwalten 43](#_Toc476173550)

[4.4.2.6. Erweiterte manuelle Ausgabe 43](#_Toc476173551)

[5. Validierung 43](#_Toc476173552)

[6. Fazit und Ausblick 43](#_Toc476173553)

[Anlage 1](#_Toc476173554)

[Literaturverzeichnis VII](#_Toc476173555)

[Ehrenwörtliche Erklärung XII](#_Toc476173556)

„The walls between art and engineering exist only in our minds“

Theo Jansen

# Abkürzungsverzeichnis

**AAL** – Ambient Assisted Living

**MEMS** - Medication Event Monitoring System

# Abbildungsverzeichnis

[Abbildung 1: Multimorbidität nach Alter im Jahr 2002 9](#_Toc476173472)

[Abbildung 2: Barmer GEK Versicherte, die Medikamente bezogen haben 10](#_Toc476173473)

[Abbildung 3: Gründe für die Non-Adhärenz 11](#_Toc476173474)

[Abbildung 4: Gegenmaßnahmen der Non-Adhärenz 12](#_Toc476173475)

[Abbildung 5: Generationen von Ambient Assited Living 16](#_Toc476173476)

[Abbildung 6: Anwendungsbereiche von AAL 17](#_Toc476173477)

[Abbildung 7: Hero Medikamentenspender 20](#_Toc476173478)

[Abbildung 8: uBox Medikamentenspender 21](#_Toc476173479)

[Abbildung 9: Dr. Poket Medikamentenspender 21](#_Toc476173480)

[Abbildung 10: SMRxT Medikamentendose 23](#_Toc476173481)

[Abbildung 11: Adherence Pill Bottle Medikamentendose 24](#_Toc476173482)

[Abbildung 12: ROUND Refill Medikamentendose 24](#_Toc476173483)

[Abbildung 13: Medminder Jon Medikamentenbox 26](#_Toc476173484)

[Abbildung 14: MedSignals Pill Case/Monitor Medikamentenbox 27](#_Toc476173485)

[Abbildung 15: Pillbox by Tricella Medikamentenbox 27](#_Toc476173486)

[Abbildung 16: iRemember Aufsatz 29](#_Toc476173487)

[Abbildung 17: GlowCap Aufsatz 30](#_Toc476173488)

[Abbildung 18: Rangliste der Arten 31](#_Toc476173489)

[Abbildung 19: Smarter Medikamentenspender 33](#_Toc476173490)

[Abbildung 20: Konzept 2: Smarter Medikamentendosierer 35](#_Toc476173491)

[Abbildung 21: Prototyp aus Karton 40](#_Toc476173492)

[Abbildung 22: Gehäuse aus Holz 41](#_Toc476173493)

[Abbildung 23: Elektronik des Medikamentenspenders 42](#_Toc476173494)

[Abbildung 24: Hall Sensor Modul 42](#_Toc476173495)

[Abbildung 25: Schaltplan 43](#_Toc476173496)

[Abbildung 26: Zukünftige und aktuelle AAL-Technologien und Anwendungen 1](#_Toc476173497)

**Tabellenverzeichnis**

[Tabelle 1: Vergleich der smarten Medikamentenspender 22](#_Toc469580525)

[Tabelle 2: Vergleich von smarten Medikamentendosen 25](#_Toc469580526)

[Tabelle 3: Vergleich von smarten Medikamentenboxen 28](#_Toc469580527)

[Tabelle 4: Vergleich der smarten Aufsätze 30](#_Toc469580528)

[Tabelle 5: Anforderungen der Pflegeverantwortlichen an ein smartes Medikamentenverwaltungssystem 32](#_Toc469580529)

[Tabelle 6: Bestandteile des smarten Medikamentenspenders 34](#_Toc469580530)

[Tabelle 7: Konzept 2: Bestandteile des Smarten Medikamentendosierers 36](#_Toc469580531)

[Tabelle 8: Vergleich der Anforderungen mit den bewerteten Kategorien von den Interviewpartnern 37](#_Toc469580532)

# Einleitung

## Motivation

Im Laufe des Lebens muss sich jeder irgendwann mit der unangenehmen Thematik der Medikamenteneinnahme auseinandersetzen. Dies kann bei manchen nur in einer temporären Einnahme von Mucosolvan zur Linderung des unangenehmen Hustens resultieren und bei anderen wiederrum wird die komplette Tagesplanung allein an den einzunehmenden Medikamenten ausgerichtet, die regelmäßig Eingenommen werden müssen. Besonders ältere Personen sind gekennzeichnet von der aktiven Planung ihrer Medikamenteneinnahmezeitpläne, da Menschen ab dem 60 Lebensjahr laut Andrea (vgl. 2006, S. 93) an Multimorbidität leiden und somit mehrere Krankheiten gleichzeitig aufweisen, die durchschnittlich mit 3 Arzneimittel pro Tag behandelt werden müssen. Des Weiteren wird laut dem statistischem Bundesamt der Anteil an älteren Personen in Deutschland die nächsten Jahre steigen. So wird prognostiziert, dass die Anzahl der über 64-Jährigen im Zeitraum von 2016 bis 2030, von 17,5 Millionen auf 21,8 Millionen steigen wird. (vgl. Statistisches Bundesamt 2015) Dies entspricht einer Zunahme von 7 Prozent.

Aufgrund dessen, dass der Anteil der Medikamentenpflichtigen älteren Personen laut der Krankenkasse Barmer GEK bei mehr als 80 Prozent liegt (vgl. Glaeske und Schicktanz 2015a, 53f.), sind in naher Zukunft mehr ältere Personen zu verzeichnen, die Medikamente regelmäßig einnehmen müssen. Dieser Tatsache sollte eine besondere Beachtung geschenkt werden, da fast die Hälfte der älteren Personen, die Medikamente verschrieben bekommen haben, als Non-Adhärent gelten. (vgl. Hayes et al. 2009, S. 770) Dies resultiert unteranderem davon, dass besonders ältere Personen durch altersbedingte körperliche oder geistige Einschränkungen schnell die Übersicht der einzunehmenden Medikamente verlieren. (vgl. Lundell et al. 2010, S. 98) Dies führt nicht nur dazu, dass sich der Gesundheitszustand der Personen verschlechtert, sondern auch das zusätzliche Krankenhausaufenthalte oder Pflegebedarf nötig ist. So kostete die Non-Adhärenz den deutschen Staat im Jahr 2007 bis zu 10 Milliarde Euro. (vgl. ABDA - Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände e. V. 2007) Deswegen sollte eine Steigerung der Adhärenz der Personen angestrebt werden und zwar nicht nur zur Senkung der daraus resultierenden Behandlungskosten, sondern auch um älteren Personen einen angenehmen und weitestgehend beschwerdefreien Lebensabend zu gewährleisten.

## Ziel der Masterarbeit

Das Ziel der Masterarbeit ist es sich mit der Thematik Adhärenz bei älteren Personen auseinanderzusetzen, um aufzuzeigen welche Gründe bei älteren Personen dazu führen Medikamente nicht einzunehmen, damit Konzepte und Gegenmaßnahmen herausgearbeitet werden können zur Erhöhung der Bereitschaft zur Einnahme der Medikamente. Die gewonnenen Ergebnisse fließen daraufhin in die Entwicklung einer smarten Medikamentendose, die unter der Berücksichtigung der individuellen Einnahmearten und -Rhythmen der Betroffenen Personen als ein Medium zur Verwaltung der Medikamente dienen soll. Die smarte Medikamentendose wird sich speziell durch eine Kontextsensitivität auszeichnen, die den individuellen Benutzer-, Umgebungs- sowie Gerätekontext unter der Verwendung von Sensoren und Aktoren erfassen kann und autonom verarbeiten, sodass speziell auf den Benutzer angepasste Erinnerungsmechanismen erstellt werden können. Als Basis zur Verarbeitung der Sensoren Daten, sowie der Ermöglichung einer Interoperabilität mit anderen Geräten, wird die Middleware OpenHAB verwendet.

## Methodisches Vorgehen

Zur Erforschung der Gründe für die Adhärenz und die Non-Adhärenz von älteren Personen wurden Interviews mit Pflegekräften von Altenpflegeheimen durchgeführt. Durch die Interviews sollten allgemeine demografische Daten über die Bewohner und Pflegeverantwortliche der Einrichtungen, anonymisierte Informationen in Bezug zum Medikamenteneinnahmeverhalten von den Bewohnern, Bereitschaft der Verwendung von smarten Medikamentensystemen sowie den Anforderungen an ein zukünftiges Medikamentenverwaltungssystem erhoben werden. Anhand derInformationen wurden Anforderungen definiert sowie Konzepte erstellt.

## Aufbau der Arbeit

## Verwandte Arbeiten

Es wurden bereits viele wissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht, die sich mit dem Thema der Entwicklung eines smarten Medikamentenverwaltungssystems beschäftigt haben. So wurde von Abbey et al. (2012) der Artikel „The Smart Pill Box“ veröffentlicht, in dem beschrieben wurde, wie eine smarte Medikamentenbox mit 24 abtrennbaren Kammern entwickelt wurde, die eine Erinnerungsnachricht an mobile Geräte der Benutzer bei der Fälligkeit des Medikamenteneinnahmezeitpunktes sendet.

Einen ähnlichen Ansatz verfolgte auch Salgi et al. (2015) in dem Artikel „Smart Pill Box“. Darin wird beschrieben, wie eine smarte Medikamentenbox entwickelt wurde, die die Zählung der Pillen durch kapazitive Verfahren in den einzelnen Boxen durchführt und erkennen kann, wann Medikamente eingenommen werden müssen. Wenn der Medikamenteneinnahmezeitpunkt erfolgt, so bekommt der Benutzer, durch die Verwendung eines eingebauten GSM-Moduls, eine Nachricht an sein Telefon geschickt. Ebenfalls kann so eine Medikamentenknappheit verhindert werden, da in Kombination mit der kapazitiven Zählweise immer der aktuelle Stand der Medikamente verfolgt und bei einer Knappheit eine Nachricht mit einem Bestellauftrag an eine Apotheke versendet werden kann.

Weiterhin wurden Untersuchungen angestellt, um herauszufinden, ob kontextsensitive Erinnerungsmechanismen die Adhärenz besser beeinflussen, als normale audiovisuelle, visuelle oder textuelle Erinnerungsfunktionen. Diesbezüglich wurde eine vorausgehende Studie von der Digital Health Group (Lundell et al. 2010) von der Intel Corporation Oregon Health Sciences University mit älteren Personen über 65 Jahren durchgeführt, um herauszufinden welche Erinnerungsfunktionen bei den älteren Personen besser ankommen. Es wurden Geräte den beteiligten Personen zur Verfügung gestellt, die visuelle Erinnerungsfunktionen durch ein aufleuchten von Lichtern bieten, audiovisuelle Erinnerungsmechanismen durch eine Durchsage, dass es Zeit zur Einnahme der Medikamente ist und Wearables, die Textnachrichten anzeigen bei der Fälligkeit der Medikamenteneinnahme. So stellte sich heraus, dass bei den Personen Geräte mit visuellen Erinnerungsmechanismen am schlechtesten ankamen, weil das aufleuchtende Licht oft übersehen wurde. Bevorzugt waren bei den beteiligten Personen handlichere und mobile Reminder, die tragbar sind, zum Beispiel eine Smartwatch und Geräte, die die Personen durch Vibrationen bzw. audiovisuelle Signale an die Einnahme erinnern. (vgl. Lundell et al. 2010, 101f.)

Aufbauend auf dieser Studie wurde daraufhin ein kontextsensitives Medikamentenerinnerungssystem von Hayes et al. (2009) entwickelt. Dieses System konnte, basierend unter der Verwendung von Sensoren, den jeweiligen Kontext der Person bzw. der Umgebung erkennen und Erinnerungsnachrichten speziell auf den jeweiligen Kontext angepasst ausgeben. So konnte das System zum Beispiel erkennen wann das Haus verlassen wurde, um daraufhin eine Erinnerungsnachricht an die Smartwatch der Person zu schicken, anstatt nur audiovisuelle oder visuelle Signale in der Wohnung auszulösen. Ebenfalls wurden keine Erinnerungsnachrichten ausgegeben, wenn die Person zum Medikamenteneinnahmezeitpunkt am Telefon war bzw. im Bett lag.

Weiterhin wurde versucht herauszufinden, ob ein kontextsensitives Medikamentenerinnerungssystem effektiver ist als ein nicht kontextsensitives System. Diesbezüglich wurde die Adhärenz von Personen ohne Erinnerungsmechanismen, mit einfachen zeitbezogenen Erinnerungsmechanismen und mit kontextsensitiven Erinnerungsmechanismen gemessen. So stellte sich heraus, dass die Adhärenz bei den Personen, die das kontextsensitive System verwendeten am höchsten war (92.3 Prozent) im Vergleich zu den einfachen zeitbezogenen Erinnerungsmechanismen (73.5 Prozent) sowie keinen Erinnerungsmechanismen (68 Prozent). (vgl. a. a. O., S. 773) Mit dieser Studie konnte Hayes et al. erstmals beweisen, dass kontextsensitives Erinnerungsmechanismen Effektiver sind, als reine zeitbezogene Mechanismen. (vgl. a. a. O., S. 774)

# Grundlagen

## Terminologische Einordnungen

## Adhärenz und Compliance

Die Begriffe *Compliance* und *Adhärenz* werden von vielen Autoren oft als synonym angesehen ohne einer „trennscharfen Abgrenzung“. (Dachverband Adherence e.V. 2011) Aufgrund dessen soll eine klare Abgrenzung der Begriffe stattfinden, damit ein besseres Verständnis für deren Bedeutungen und Unterschiede geschaffen werden kann.

Der Terminus *Compliance* kann als ein ‚paternalistisches Modell‘ angesehen werden. (vgl. Dachverband Adherence e.V. 2011) Das bedeutet, dass hier nur der Bezug auf das Verhalten des Patienten gelegt wird und somit die Mitarbeit und Bereitschaft des Patienten bei der Befolgung von ärztlichen Verordnungen im Vordergrund steht. (vgl. Rödel 2012)

*Adhärenz* wiederum bezeichnet die „Einhaltung der **gemeinsam** vom Patienten und dem medizinischen Fachpersonal (Ärzte, Pflegekräfte) gesetzten Therapieziele“. (Rödel 2012) So liegt der Therapieerfolg nicht nur bei den Patienten, sondern auch in einer gemeinsamen Verantwortung mit dem medizinischem Fachpersonal. (ebd.) Mit der Zeit ist man zu dem Entschluss gekommen, dass Therapietreue als ein kooperatives Verhältnis zwischen dem medizinischem Fachpersonal und dem Patienten besteht, sodass sich der Begriff Adhärenz mittlerweile für die Therapietreue etabliert hat. (vgl. Ehlert 2016, S. 55; vgl. Kirch et al. 2012, S. 53)

Als *Non-Adhärent* werden im medizinischen Kontext der Untersuchung von dem Medikamenteneinnahmeverhalten von Patienten, Personen bezeichnet, die die ärztlichen Verordnungen nicht befolgen und Medikamente unregelmäßig einnehmen oder sogar komplett die Behandlung eigenverantwortlich, ohne die Absprache mit dem Arzt, abbrechen.  (vgl. Füeßl et al. 2014, S. 33)

## Alter und Altern

Die Begriffe Alter und Altern sind Begriffe, die eine getrennte Sichtweise erfordern. Dies resultiert daraus, dass Altern sich nur auf die Veränderungsprozesse über die Lebensspannen definieren lässt und Alter als ein Resultat des Alterns angesehen wird.

So können die Begriffe Alter und Altern in vieler Hinsicht konnotativ Betrachtet werden und bedürfen deswegen einer terminologischen Einordung. Dies liegt daran, dass der Terminus Alter einer „Vielfalt gesellschaftlicher und kultureller Deutungen“ (Backes und Clemens 2013, S. 11) unterliegt. So werden Leistungssportler im Alter von über 30 Jahren bereits zu den Alten gezählt, wohingegen ein sozialengagierter und gesundheitlich weitestgehend unbeschwerter 80-Jähriger bei einem Seniorentreff eines Altersheimes als ‚jung-geblieben‘ bezeichnet wird. Deswegen findet in der Wissenschaft eine Unterteilung auf der *sozialen*, *biologischen* und *chronologischen* Ebene statt. (vgl. Sackmann 2007, S. 32)

So kann auf der biologischen Ebene damit erklärt werden, weswegen ein 30-Jähriger Leistungssportler als alt gilt: Dies liegt daran, dass biologische Regelmäßigkeiten des menschlichen Körpers die Leistungsfähigkeiten von Menschen bestimmen und genauer vorhergesagt werden kann, wann bestimmte körperliche Leistungsfähigkeiten nachlassen. (vgl. Sackmann 2007) Aufgrund dessen kann das biologische Alter als ein Resultat aus dem Altern angesehen werden, welches sich auf dem intrinsischen biologischen Prozess bezieht, der einen generellen körperlichen Abbau beschreibt, welcher mit der Geschlechtsreife beginnt. (vgl. Böhm et al. 2009, S. 8)

Der Prozess des Alterns in der soziologischen Betrachtung legt einen Fokus auf die Lebensläufe und die damit verbundenen individuellen Erfahrungen, Zustände und Übergänge der Lebensabschnitte und bezieht sich auf die resultierenden Ursachen und Konsequenzen der einzelnen Lebensabschnitte, sodass Entwicklungsmuster für die Lebensabschnitte definiert werden können. (vgl. Böhm et al. 2009, S. 9) Der als ‚jung-gebliebene‘ beschriebener 60-Jähriger bei einem Seniorentreff unterliegt der sozialen Sichtweise des Begriffs Alter. So wird auf der sozialen Ebene der Begriff Alter durch gesellschaftliche Normen und Kategorien bestimmt, die sich in einem Bündel an Erwartungen vom Altersstatus und Altersrollen definieren. (vgl. Sackmann 2007).

Die chronologische Ebene ist dagegen nur eine kalendarische Sichtweise der Zeitspanne, die sich zwischen der Geburt der Individuen und des aktuellen Datums ansiedelt. (vgl. Weineck 2004, S. 412). So findet laut Thyrolf (2013) eine gängige Einteilung in die Zeitspannen *drittes Lebensalter* (65 – 75 Jahre) und *viertes Lebensalter* (über 75 Jahre) statt. Zu dem *dritten Lebensalter* gehören die sogenannten „jungen Alten“ an (eine Gruppe von weitestgehend gesunden sowie sozial aktiven und integrierten Personen) und zu dem *vierten Lebensalter* gehören wiederrum Personen an, die bereits geprägt durch den altersbedingten körperlichen Abbau sind.

## Demographischer Wandel

In der Altersforschung, auch bekannt als Gerontologie, ist die Betrachtung des demographischen Wandels unumgänglich. Dies bezieht sich auf die Tatsache, dass durch die Betrachtung des demographischen Wandels Veränderungen der Altersstruktur in einer Gesellschaft beschrieben werden können sowie mögliche Folgen und Ursachen für die Zusammensetzung einer Gesellschaft und deren Altersaufbau aufgezeigt werden können. (vgl. Pack 2000, S. 8) So führt eine hohe Geburtenzahl in Kombination mit einer abnehmenden Sterberate zu einer kompakten Alterspyramide. (vgl. ebd.) Hingegen eine sinkende bzw. stagnierende Geburtenrate in Zusammenhang mit einer steigenden Lebenserwartung führt zu einem unausgewogenen Altersaufbau und somit zu einer Bevölkerung, bei der die Anzahl der älteren Personen dominiert. (vgl. ebd.) Das letzte beschriebene Szenario trifft laut dem statistischem Bundesamt die nächsten Jahre verstärkt auf die Zusammensetzung der deutschen Bevölkerung zu. Denn seit Jahren besteht in Deutschland eine Stagnation der Geburtenrate, die dazu führt, dass allein im Jahr 2015 weniger Menschen geboren (737.630) wurden, als gestorben (925.239) sind. (vgl. Statista 2016) Dies wird bis zum Jahr 2030 dazu führen, dass in Deutschland nur noch 79,2 Millionen Menschen leben werden. Weiterhin nimmt die Anzahl der über 65-Jährigen die nächsten Jahre weiter zu. So waren laut dem statistischem Bundesamt (2011) im Jahr 2015 knapp 17,3 Millionen über 65-Jährige verzeichnet, die bis zum Jahr 2030 um 7 Prozent auf 21,8 Millionen ansteigen werden. Wohingegen die Anzahl der unter 20-Jährigen um 1Prozent von 14 auf 13.8 Millionen fallen wird. (vgl. ebd.)

Die Zunahme der älteren Personen resultiert laut der Hannoverschen Lebensversicherung (2016) in der Entwicklung des medizinischen Fortschritts, der in den letzten Jahren große Erkenntnisse in der Prävention und Bekämpfung von vielen Altersleiden, wie Krebs oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen, beigetragen hat. Weitere Faktoren für die höhere Lebenserwartung ist unter anderem der steigende Wohlstand, die im Vergleich zu dem 19-Jahrhundert besseren Arbeitsbedingungen sowie einer vermehrt besseren Lebensweise und Hygiene. (vgl. ebd.) Die Zunahme der Lebenserwartung hat zufolge, dass jedes Jahrzehnt 2,5 Jahre mehr an Lebenserwartung hinzukommen und dadurch theoretisch jede neue Generation durchschnittlich 7,5 Jahre länger leben wird. (vgl. ebd.)

## Lebenssituation älterer Menschen

Eine grobe Verallgemeinerung und Stigmatisierung von älteren non-adhärenten Personen, die oft sofort als dement oder sogar obsolet bezeichnet werden, ist heutzutage in der Gesellschaft vermehrt aufzutreten. Studien konnten nachweisen, dass sich unterschiedliche Faktoren, als nur die alterskorrelierte nachlassende Gedächtnisleistung, als ausschlaggebend für ein non-adhärentes Verhalten bei älteren Personen führen. Deswegen sollen in diesem Kapitel nicht nur die Gründe aufgegriffen werden, die zu einer Adhärenz führen (siehe Kap. 2.3.2), sondern auch die allgemeinen Aspekte im Leben von älteren Personen beschrieben werden. Zu diesen zählt unter anderem die Gesundheit (siehe Kap. 2.3.1), Wohnsituation (siehe Kap. 2.3.3) und Technikakzeptanz (siehe Kap. 2.3.4)

## Gesundheit

Die Gesundheit ist eines der kostbarsten und nicht materiellen Güter, womit sich die Menschen ihr lebenslang in der Hoffnung der Steigerung ihrer Lebensqualität bzw. Lebenserwartung beschäftigen. So ist es auch nicht verwunderlich, dass auch im hohen Alter ein Verlangen nach einer hohen Lebensqualität angestrebt wird. Dies wird jedoch durch viele Faktoren erschwert: Mit dem Alter nimmt die Vulnerabilität und somit die Wahrscheinlichkeit zu erkranken zu. (vgl. Müller und Petzold 2009, S. 6) und als erschwerend kommt noch hinzu, dass die Wahrscheinlichkeit bei älteren Personen ab 65 Jahren an Multimorbidität (Befund von mehreren Krankheiten) zu erkranken zunimmt (vgl. Andreae et al. 2006, S. 92). Dies wird von der Abbildung 1 verdeutlicht, die aufzeigt, dass in der Gruppe der 40 bis 54-Jährigen 4 Prozent der Personen im Jahr 2002 an 5 und mehr Krankheiten erkrankten. Die Multimorbidität nahm in der Gruppe der 55 bis 69-Jährigen auf 12 Prozent zu und in der Gruppe der 70- bis 85-Jährigen auf fast 24 Prozent.

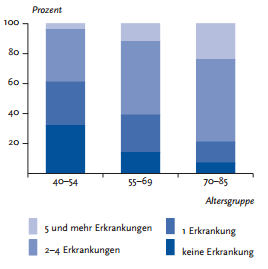


Abbildung 1: Multimorbidität nach Alter im Jahr 2002

(Quelle: Böhm et al. 2009, S. 75)

Eine Multimorbidität führt unteranderem zu einem hohen Anteil an medikamentöser Dauer- sowie Mehrfachbehandlung (vgl. Renteln-Kruse et al. 2014, S. 1), die sich in einer Multimedikation von 2-3 Medikamenten täglich äußern kann. (vgl. Andreae et al. 2006, S. 92) Diese Tatsache wird auch von der Barmer GEK bestätigt: Denn laut dem Barmer GEK Arzneimittelreport 2015 bezogen mehr als 80 Prozent der älteren versicherten Personen Medikamente. (vgl. Glaeske und Schicktanz 2015a, S. 53) Der Bezug von Medikamenten erweist sich mit zunehmendem Alter als exponentiell steigend. (siehe Abb. 2).

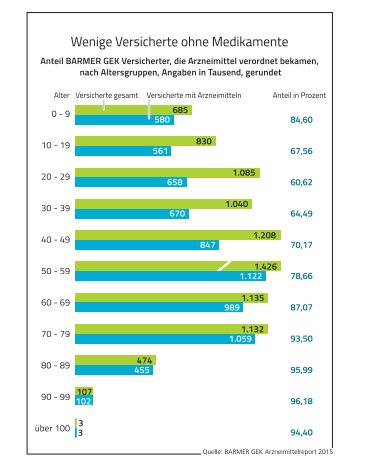


Abbildung 2: Barmer GEK Versicherte, die Medikamente bezogen haben

(Glaeske und Schicktanz 2015b, S. 5)

Die häufigsten Medikamente, die ältere Personen einnehmen müssen, sind Medikamente gegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Medikamente gegen Hormon- und Schlafstörungen, Medikamente gegen Schmerzen sowie neuropsychiatrische Medikamente. (vgl. Grätzel von Grätz et al. 2016, S. 5)

## Adhärenz

Zur Linderung der Krankheiten sowie der Prävention, ist es unabdingbar, dass die Arzneimittel korrekt eingenommen werden. Es kommt jedoch bei 50 Prozent der älteren Personen vor, dass die Medikamente nicht nach dem festgelegten Einnahmezeitplan eingenommen werden. (vgl. Hayes et al. 2009, S. 770). Die möglichen Gründe, die zu einer Non-Adhärenz führen, sind laut Pfleger von stationären Pflegeeinrichtungen die alterskorrelierte Abnahme der Gedächtnisleistung sowie Demenz, Bewahrung der Übersicht bei einer Multimedikation, Fehleinschätzungen zum gesundheitlichen Zustand, Nebenwirkungen und die Tablettenkonsistenz. (siehe Abb. 3) Weiterhin kommt es auch vor, dass besonders desorientierte ältere Personen denken, dass sie durch Medikamente vergiftet werden. (ebd.)

Abbildung 3: Gründe für die Non-Adhärenz

(Quelle: Befragungen von Pflegern und Pflegedienstleiter von stationären Pflegeeinrichtungen)

Diese Gründe erschließen sich unter anderem ebenfalls aus der Literatur. (vgl. Köther 2007, S. 535) Die Problematik liegt auch darin, dass nach einer durchgeführten Studie von Goud et al. (vgl. 2009, S. 33), bei der 135 ältere Personen über ihr Medikamentenboxennutzungsverhalten befragt wurden, 93 Prozent der befragten Personen selbstständig in der Verwaltung der Medikamente waren. Lediglich 3 Prozent haben Medikamente von Pharmazeuten verwalten lasen und 4 Prozent von Familienmitgliedern. So kann es dann aufgrund der alterskorrelierten nachlassenden Gedächtnisleistung oder anderen Krankheiten dazu kommen, dass bei alleinlebenden Personen, die selbstständig die Verwaltung ihrer Medikamente vornehmen, vermehrt ein non-adhärentes Verhalten aufzutreten ist.

Eine Non-Adhärenz führt nicht nur dazu, dass sich der der Gesundheitszustand der Personen verschlechtert, sondern auch das zusätzliche Krankenhausaufenthalte oder Pflegebedarf nötig ist. (vgl. Rödel 2012) Ebenfalls sterben in Europa aufgrund von Non-Adhärenz jährlich 200.000 Menschen (vgl. Hagan 2015, S. 4) und allein den deutschen Staat kostet die Non-Adhärenz jährlich 10 Milliarden Euro. (vgl. ABDA - Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände e. V. 2007) Deswegen sollte eine Steigerung der Adhärenz von den non-adhärenten Personen angestrebt werden und zwar nicht nur zur Senkung der daraus resultierenden Behandlungskosten, sondern auch um älteren Personen einen angenehmen und weitestgehend beschwerdefreien Lebensabend zu gewährleisten. Zur Steigerung der Adhärenz und Prävention können laut Luga und McGuire (2014) drei Strategien verfolgt werden: Die an die Patienten ausgerichtete Strategie (z.B. Einsatz von Erinnerungsgeräten), an die Verantwortliche für die Gesundheit der Patienten ausgerichtete Strategie (z. B. gezielte Schulung der Ärzte auf das Thema) sowie einer Strategie, die durch externe Faktoren beeinflusst wird (z. B. automatisches Nachbestellen von Medikamenten). Pfleger von stationären Pflegeeinrichtungen wiederum legen einen besonderen Wert auf persönliche Erinnerungen (siehe Abb. 4). Wenn es trotzdem dazu kommt, dass ein Bewohner einer stationären Pflegeeinrichtung Medikamente komplett ablehnt, dann wird die Medikation in Absprache mit dem Arzt geändert bzw. Medikamente, die zu groß zum Schlucken sind, gemörsert und mit dem Essen verabreicht. (ebd.)

Abbildung 4: Gegenmaßnahmen der Non-Adhärenz

(Quelle: Befragungen von Pflegern und Pflegedienstleiter von stationären Pflegeeinrichtungen)

## Wohnsituation

Das selbstbestimmte und eigenständige Leben ist für viele Personen, ob jung oder alt, das erstrebenswerte Ziel. Denn dadurch ist eine Unabhängigkeit gewährleistet, sodass das eigene Leben und die Wohnsituation selbstbestimmt organisiert werden kann. So ist es nicht verwunderlich, dass das Verlangen nach Selbständigkeit und Unabhängigkeit im Alter weiterhin besteht. (vgl. Georgieff 2008, S. 17) Dies wird dadurch bestätigt, dass laut einer durchgeführten Statistik von „Deutsches Zentrum für Altersfragen“ (DAZ) 96,4 Prozent der über 65-Jährigen einen eigenen Haushalt führen. (vgl. Hoffmann et al. 2014, S. 4) Der Bezug zu der eigenen Wohnung ist dadurch im Alter ausgeprägter als in den früheren Lebensphasen. (vgl. Georgieff 2008, S. 17) Dies liegt unter anderem an der Tatsache, dass im Alter die Menschen kleinere Aktionsräume und Umweltbezüge aufweisen (vgl. Keding und Eggen 2011, S. 3), sodass 90 Prozent der Zeit in der Wohnung verbracht wird. (vgl. Georgieff 2008, S. 17) Das autonome Wohnen ist dadurch ein wichtiger Faktor für die älteren Personen, sodass sogar bei gesundheitlichen Beeinträchtigungen das selbstständige wohnen bevorzugt wird (vgl. Peter Georgieff 2009, S. 14 zit. n. Grauel und Spellerberg 2007) und der Umzug in eine stationäre Pflegeeinrichtung als ein Autonomieverlust sowie Einbußen der Lebensqualität angesehen wird. (vgl. Schneekloth und Wahl 2008, S. 231) So wohnen nur 3,6 Prozent von den 65 bis 80-Jährigen in einer Gemeinschaftsunterkunft, wie einem Alten- oder Pflegeheim. (vgl. Hoffmann et al. 2014, S. 4)

## Technikakzeptanz

Die Diplom Psychologin Claßen (2012) hat sich in ihrer Dissertation mit dem Titel „Zur Psychologie von Technikakzeptanz im höheren Lebensalter: Die Rolle von Technikgenerationen“ mit dem Thema der Technikakzeptanz von älteren Personen beschäftigt und fand heraus, dass die oft vorherrschende Stigmatisierung, dass ältere Personen gegenüber der Technik negativ oder kritisch eingestellt sind, in der Realität nicht vorhanden ist und ältere Personen tendenziell nicht abgeneigt sind Technik zu nutzen. Dies konnte auch durch eine Umfrage im Rahmen des Forschungsprojekts „sentha – Seniorengerechte Technik im häuslichen Alltag“ (vgl. Friesdorf und Heine 2007) bestätigt werden. Demnach waren fast zwei Drittel der 1417 Befragten im Alter von 55 bis 90 Jahren dem technischen Fortschritt positiv zugeneigt. (vgl. ebd.) Daraus lässt sich schließen, dass ältere Personen der Technik nicht abgeneigt sind und sich andere Faktoren auf die Akzeptanz auswirken, als nur die Klassifizierung anhand des Alters.

Diese Faktoren wurden unter anderem von Claßen (2012) in ihrer Dissertation behandelt. So wurden von ihr nicht nur die technologischen Aspekte des Produktes (Kompatibilität und Zuverlässigkeit, Prestige) als ausschlaggebend klassifiziert, sondern auch die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine (Technikerfahrung, Kosten und Nutzen) sowie die soziodemographischen Aspekte der älteren Personen (Bildung und Beruf, Geschlecht, gesundheitlicher Zustand, Persönlichkeit, Alter und Lebensphase). (vgl. Claßen Katrin 2012; Theussig 2012 zit. n. Meyer 2011, S. 30)

Mit diesem Thema befassten sich auch die Wissenschaftler Chen und Kollegen (2012) und konnten anhand einer empirischen Studie, mit der Hilfe des „Technical Acceptance Model“ (TAM), Faktoren herausfinden, die sich als positiv oder negativ auf die Technikakzeptanz von älteren Personen auswirken. So stellte sich heraus, dass ältere Menschen Technologien verwenden, wenn sich die individuellen Vorteile den Nachteilen überwiegen und ein Nutzen angesehen wird. Ebenfalls spielte der gesundheitliche Status der Individuen eine entscheidende Rolle zur Akzeptanz von Technologie. Ältere Personen, die keine gesundheitlichen Einschränkungen aufweisen, sind offener gegenüber Technologie, als ältere Personen mit gesundheitlichen Einschränkungen. Dies konnte in einer unabhängigen durchgeführten Studie von Tomita et al. (2004) nachgewiesen werden, indem sich der Faktor Depressivität unter anderem als ein Prädikator für die Nicht-Nutzung von technologischen Geräten darstellte. Weiterhin wiesen Personen, die ein kleines familiäres und soziales Umfeld haben und mobiler sind, einen sinkenden Bedarf an der Nutzung von Technologien auf. (vgl. Chen et al. 2012) Die finanzielle Zufriedenheit, der Lebensraum sowie die Zufriedenheit mit dem eigenen Leben erwiesen sich wiederum als Faktoren, die keine Auswirkungen auf die Technikakzeptanz haben. (vgl. ebd.)

## Ambient Assisted Living

Der demographische Wandel schreitet weiter voran und führt dazu, dass die deutsche Bevölkerung zunehmend älter wird (siehe Kap. 2.2). Trotz der hohen Vulnerabilität und der alterskorrelierten Krankheiten (siehe Kap. 2.3.1) ist der Bedarf dieser Kohorte, ein autonomes und selbstbestimmtes Leben in den eigenen vier Wänden zu führen, weiterhin ungebrochen (siehe Kap. 2.3.2). Da jedoch das soziale Aktionsumfeld und dadurch die personelle Unterstützung im Alter zunehmend schrumpft, sind die meisten Personen vermehrt von einer Vereinsamung betroffen. (vgl. Doh 2012, S. 26) Diese Tatsache erweist sich als erschwerend für den weiteren Verbleib in den eigenen vier Wänden. Durch Konzepte wie „Ambient Assistet Living (AAL)“ soll den Personen ein assistiertes Leben in den eigenen vier Wänden, speziell für ältere Personen mit gesundheitlichen Einschränkungen, ermöglicht werden. Dies erfolgt in Bezugnahme durch „technische Assistenzsysteme, die entsprechend den individuellen Bedürfnissen und Notwendigkeiten im häuslichen Umfeld flexible und modular aufgebaute technische Lösungen bereitstellen“ (Doh 2012, S. 26)

## Geschichte

Für die Ermöglichung der älteren Personen weiterhin selbstbestimmt in den eigenen vier Wänden zu wohnen, wurden im Laufe der Zeit AAL-Technologiesysteme und -Konzepte entwickelt, die den Personen bei der Bewältigung ihrer alltäglichen Aufgaben helfen sollen. (siehe Abb. 5)

Die erste Generation von AAL-Technologien bestand aus einfachen Geräten, die das aktive Mitwirken von den betroffenen Personen erforderten. So wurden zum Beispiel Notruf-Buttons in der Form einer Smart-Watch entwickelt, die aktiviert werden konnten, wenn ein Notfall bestand. (vgl. Blackman et al. 2016, S. 57) Daraufhin wurde ein 24h Callcenter-Service verständigt, der abwägen sollte, ob es sich um einen Notfall handelt und welche Interventionen eingeleitet werden sollen. (ebd.)

Die Technologien der zweiten Generationen von AAL sind im Gegensatz zu der ersten Generation nicht auf die aktive Interaktion der beteiligten Personen angewiesen. So zählen zum Beispiel zu diesen Technologien passive und automatisierte Alarmsensoren, die autonom potentielle Gefahren, wie zum Beispiel das Austreten von Gas in der Wohnung, erkennen und intervenieren können. (vgl. Blackman et al. 2016, S. 58)

Die aktuelle dritte Generation geht einen Schritt weiter und kann nicht nur potentielle Gefahren erkennen und richtig agieren, sondern auch mögliche Gefahren durch Sensoren und Aktoren vorbeugen (vgl. Blackman et al. 2016, S. 58). So kann zum Beispiel ebenfalls eine automatische Übertragung der Vitalwerte von älteren Personen erfolgen, sodass Abweichungen der Werte von der Norm schnell erkannt werden und geeignete Maßnahmen, wie zum Beispiel Erinnerungen an die Medikamenteneinnahme, erfolgen können. (vgl. Thyrolf 2013, S. 15)

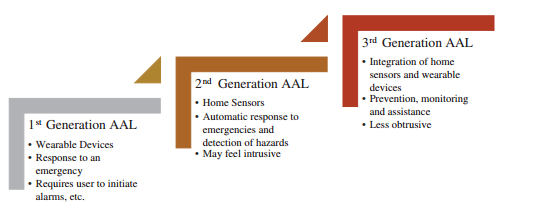


Abbildung 5: Generationen von Ambient Assited Living

(Quelle: Blackman et al. 2016, S. 57)

## State of the Art

Mittlerweile sind in Europa 22 Staaten, zu denen auch Deutschland zählt, an Projekten zur Erforschung von neuen Konzepten und Technologien im Rahmen von Ambient Assited Living beteiligt. Diese Forschungen haben dazu beigetragen, dass im Laufe der Zeit der Forschungsbereich Ambient Assisted Living vermehrt technologische und methodische Errungenschaften dazugewinnen konnte. Zu diesen neuen Errungenschaften gehört zum Beispiel die Anwendung *Aladdin*, welches Demenzkranken helfen soll Aufgaben besser zu managen und soziale Kontakte aufrechtzuhalten. Ähnliche Ansätze verfolgen auch die Anwendungen *Rosetta* und *Memo-Net*. (vgl. Blackman et al. 2016) Neben Anwendungen wurden auch neue Technologien zur Präsenzerkennung (z. B. „Bad Occupancy Sensor“), zur Erkennung von potenziellen Gefahren (z. B. „Flood Detector“) sowie neue Technologien für die Positionsbestimmung (z. B. „Geo Seeker“) entwickelt. (ebd.) Eine genaue Übersicht über die Technologien kann aus der Abbildung 15 im Anhang entnommen werden. Diese Übersicht der Technologien und Anwendungen wurde anhand einer Literaturstudie von Blackmann und Kollegen (2012) zusammengetragen.

Die Finanzierungen von den meisten Forschungen und Projekten werden hauptsächlich von VDE/VDI Innovation und Technik GmbH sowie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) übernommen sowie koordiniert. (vgl. Thyrolf 2013, S. 14)

Ebenfalls wird für AAL-Anwendungen und Technologien ein hohes Marktpotenzial die nächsten Jahre prognostiziert. So soll das Marktpotenzial allein für Deutschland auf mehrere Milliarden Euro jährlich belaufen. (vgl Borrmann 2012, S. 1) Dies wurde auch schon von der GFK im Jahr 2004 prognostiziert. Denn es wurde ausgerechnet, dass wenn die über 50-Jährigen im Jahr 2014, die ein Nettoeinkommen von rund 643 Milliarden Euro besaßen, nur ein Prozent für Altengerechte Assistenzsysteme ausgegeben hätten, so würde das ein Potenzial von 6,43 Milliarden Euro im Jahr ergeben. (vgl. Strese 2010) Die EU-Kommission prognostiziert weiterhin, dass die nächsten Jahre ein Umsatz von 38 Milliarden Euro durch AAL-Anwendungen und Technologien erzielt werden kann. (ebd.)

## Anwendungsbereiche

Mit dem Alter ändern sich die Bedürfnisse und Ziele der betroffenen Personen, sodass sich sechs Bedürfniskategorien aufgrund alterskorrelierten Krankheiten und Lebensumständen ableiten lassen können, die durch die Verwendung von AAL-Systeme abgedeckt werden sollen. Zu diesen Bedürfniskategorien zählt laut Thyrolf (2013) der lange Verbleib in den eigenen vier Wänden, der Erhalt und die Förderung der Selbstständigkeit, bessere Lebensqualität und Teilhabe, Erhöhung von Sicherheit und Wohnkomfort, besserer Umgang mit chronischen Erkrankungen sowie Förderung von Mobilität und Kommunikation. Diese Kategorien teilen sich wiederum in vier folgende Anwendungsbereiche: „Gesundheit und Pflege“, „Sicherheit und Privatsphäre“, „Haushalt und Versorgung“ sowie „Kommunikation und soziales Umfeld“ ein (siehe Abb. 3).

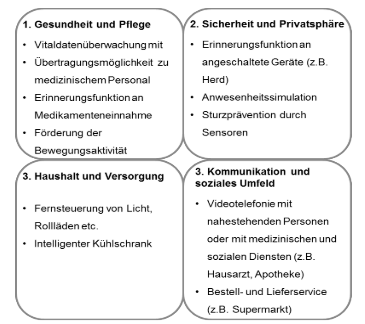


Abbildung 6: Anwendungsbereiche von AAL

(Quelle: Thyrolf 2013, S. 14)

So werden im Bereich „Gesundheit und Pflege“ spezielle Systeme und Methoden verwendet, die zum Beispiel durch eine Fernüberwachung es den Angehörigen und Pflegeverantwortlichen ermöglichen die Vitaldaten der älteren Personen zu überwachen und Diagnosen des Zustandes zu erstellen sowie die Rehabilitation der Personen mitverfolgen zu können. (vgl. Thyrolf 2013, S. 14) Hierzu zählen auch die smarten Medikamentenverwaltungssysteme, wie smarte Medikamentendosen, Medikamentenboxen, Medikamentenspender und Aufsätze. (ebd.)

Der Bereich „Sicherheit und Privatsphäre“ widmet sich der Zielsetzung, den Personen in den eigenen vier Wänden die bestmögliche Sicherheit zu bieten. Dies kann zum Beispiel in Form von Alarmfunktionen erfolgen, die die Personen von potentiellen Gefahren, zum Beispiel des noch angelassenen Herdes beim Verlassen des Hauses, schützen sollen. (vgl. Nadhem Kachroudi, S. 14) Zum Schutz der Privatsphäre sollte in den privaten Bereichen auf Kameras und Mikrofone verzichtet werden. (vgl. ebd.)

Die grundlegenden Aufgaben des Bereichs „Haushalt und Versorgung“ richten sich tendenziell an die Möglichkeiten zur Erleichterung der Hausarbeit. Diesbezüglich können Staubsauger bzw. Reinigungsroboter eingesetzt werden oder ferngesteuerte und vollautomatische Klimaanlagen verwendet werden. (vgl. Nadhem Kachroudi, S. 14) Hauptsächlich befassen sich Forschungen im Rahmen dieser Kategorie mit der Konvergenz und Interoperabilität von bereits vorhandenen Systeme, die zu einer „intelligenten, erweiterbaren und benutzerfreundlichen Struktur“ (ebd.) zusammengesetzt werden, sodass eine bessere Anpassung an die Bedürfnisse der Personen stattfinden kann.

Die sozialen Interaktionen sollen mit der Hilfe des Bereiches „Kommunikation und soziales Umfeld“ erleichtert und verbessert werden. Durch den Einsatz von Videotelefonien und anderen Technologien soll die Stärkung der Beziehungen von alleinlebenden älteren Personen weiter gestärkt und ausgebaut werden. (vgl. Nadhem Kachroudi, S. 14; vgl. Thyrolf 2013, S. 14) Ebenfalls kann durch intakte soziale Interaktionen die körperliche und seelische Gesundheit gefördert werden. (vgl. Nadhem Kachroudi, S. 14)

# Kategorien von Medikamentenverwaltungssystemen

Wissenschaftler beschäftigen sich schon seit Jahren mit dem Thema Adhärenz bei älteren Personen und die Gründe für Non-Adhärenz. So wurden bereits in den späten Achtzigern die ersten elektronischen Geräte zur Messung von Adhärenz erfunden und auf den Markt gebracht. Eines dieser Geräte ist das *Medication Event Monitoring System (MEMS)*. Unter MEMS versteht man kleine Medikamentendosen mit einer Verschlusskappe, die durch die Verwendung eines Microkontrollers jede Öffnung der Dose protokollieren kann (vgl. van den Boogaard et al., S. 632) So wurde mit der Hilfe von MEMS im Jahr 1989 von Cramer et al. (1989) bereits Untersuchungen unter der Verwendung der Medikamentendose angestellt, um die Gründe für Non-Adhärenz zu untersuchen. Seitdem gilt MEMS in der Forschung von Adhärenz als der Goldstandard. (vgl. van den Boogaard et al. 2011, S. 632). Mittlerweile sind einige smarte Medikamentenverwaltungssysteme in verschiedenen Varianten auf dem Markt gekommen, deren generelle Einteilung in Kategorien vorgenommen wird (siehe Abschnitt 3.1). Weiterhin erfolgt eine Bewertung der einzelnen Kategorien nach einem potenziellen Einsatz (siehe Abschnitt 3.2). Diese Bewertung wurde durch Befragungen von Pflegedienstleiter und Pfleger von stationären Pflegeeinrichtungen erhoben.

## Einordnung der Medikamentenverwaltungssysteme in Kategorien

## Smarte Medikamentenspender

Die smarten Medikamentenspender zeichnen sich dadurch aus, dass die Ausgabe der Medikamente durch eine Vorrichtung erfolgt, wodurch nur eine bestimmte Anzahl an Medikamente ausgeben werden. Kennzeichnend für smarte Medikamentenspender ist auch, dass durch deren Verwendung eine falsche Medikamenteneinnahme verhindert werden kann, da die meisten Medikamentenspender die Ausgabe der Medikamente regulieren und nur die Medikamente ausgegeben werden, die Eingenommen werden müssen.

## Produkte auf dem Markt

**Hero**

Hero ist ein smarter Medikamentenspender, der von HERO Health LLC entwickelt und für einen Preis von 599 $ vertrieben wird. Hero ist ein Medikamentenspender, der einen Monatsvorrat von 10 verschiedenen Medikamenten beherbergen kann. Die jeweiligen Medikamente, die eingenommen werden müssen, werden von Hero verwaltet und automatisch dem jeweiligen Zeitpunkt zugeordnet, sodass eine Über- oder Unterdosierung bzw. die Einnahme von falschen Medikamenten verhindert wird. Weiterhin wird von dem System eine Medikamentenknappheit durch die Verwendung von Sensoren verhindert, die die vorhandenen Medikamente zählen und bei einer Knappheit eine Nachbestellung bei Amazon tätigen können. (Vgl. HERO Health LLC 2016)



Abbildung 7: Hero Medikamentenspender

(Quelle: HERO Health LLC 2016)

**MyUBox**

Ubox wurde im Jahr 2007 von Goutam Reddy und Sara Cinnamon entwickelt, um Tuberkulose Erkrankten Menschen in Indien und anderen Entwicklungshelfern zu Helfen. (vgl. Abiogenix 2016b) Der Medikamentenspender kann einen Wochenvorrat von 14 verschiedenen Medikamenten beherbergen. Um das Produkt zu erwerben, muss man einen Vertrag von einer Laufzeit von 6 Monaten zu einem Preis von 25 $ im Monat abschließen. Neben dem Produkt beinhaltet der Vertrag noch weitere Leistungen: Wie einen technischen Support, kostenlose Upgrades und vieles mehr. (Abiogenix 2016a)



Abbildung 8: uBox Medikamentenspender

(Quelle: Abiogenix 2016a)

**Dr. Poket**

Dr. Poket ist ein smarter Medikamentenspender, der erstmalig von dem polnischem Unternehmen Dr. Poket Sp. z o.o. auf Kickstarter vorgestellt wurde. Mittlerweile kann man Dr. Poket auf der Firmenseite getthepillbox.com für einen Preis von 499 $ bestellen. Die Standardversion des Produktes kommt mit der Zentrale, die für die Verwaltung der Medikamente zuständig ist, sowie drei einzelnen Medikamentenspender, die durch die modulare Bauweise auf acht erweitert werden kann. (Vgl. dr Poket Sp. z o.o. o. J.)



Abbildung 9: Dr. Poket Medikamentenspender

(Quelle: dr Poket Sp. z o.o. o. J.)

Tabelle 1: Vergleich der smarten Medikamentenspender

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kriterien** | **Hero** | **MyUBox** | **Dr. Poket** |
| **1. Produkt** | | | | |
| 1.1 Preis | 599,00 $ | 25 $ im Monat | 499 $ |
| 1.2 Kapazität | 10 Verschiedene Medikamente | 14 Verschiedene Medikamente | 3 Verschiedene Medikamente  Erweiterbar auf 8 |
| **2. Funktionalitäten** | | | | |
| 2.1 Erinnerung bei Knappheit | Ja, kann sogar bei Amazon nachbestellen | Unbekannt | Ja |
| 2.2 Visuelle Erinnerung | Nein | Nein | Unbekannt |
| 2.3 Akustische Erinnerung | Ja | Ja | Unbekannt |
| 2.4 Erinnerung durch zusätzliche Geräte (Handy, SmartWatch) | Ja | Unbekannt | Unbekannt |
| **3. Sicherheit** | | | | |
| 3.1 Sicherheit vor falscher Einnahme | Ja | Ja | Ja |
| 3.2 Kindersicherheit | Ja | Ja | Ja |
| **4. Benutzbarkeit** | | | | |
| 4.1 Portabilität | Bedingt, da unhandliches Design | 5 Tages Batterie | Ja |
| 4.2 Behindertengerecht | Unbekannt | Unbekannt | * PillBox has large buttons, * LED & Braille indicators * tactile edges to guide you to the correct glass. |

## Smarte Medikamentendosen

Zu der Gruppe der smarten Medikamentendosen gehören die Medikamentendosen, die den normalen Medikamentendosen in der Form ähneln und mit einem Mikrokontrollen und einer Batterie bzw. Akku ausgestattet sind, sodass eine Autonomie und Portabilität gewährleistet ist.

## Produkte auf dem Markt

**SMRxT**

Das in New York ansässige Unternehmen SMRXT INC entwickelte die Smarte Medikamentendose SMRxT. Diese hat im Fundament einen eingebauten Gewichtssensor, der messen kann wann und in welcher Menge eine Medikamentenentnahme erfolgte. Die Medikamentendose hat keine Erinnerungsmechanismen, die die Personen durch das Aufleuchten von LEDs oder akustischen Signalen an die Einnahme erinnert und wird hauptsächlich zur Messung von Adhärenz verwendet. (Vgl. SMRXT INC 2015)

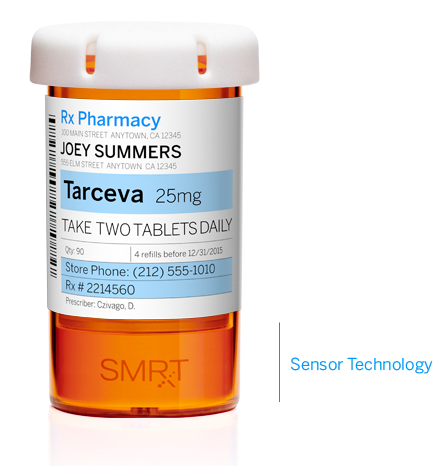
****

Abbildung 10: SMRxT Medikamentendose

(Quelle: SMRXT INC 2015)

**Adherence Pill Bottle**

Adherence Pill Bottle wurde von dem in New York ansässigem Unternehmen AdhereTech entwickelt. Die Benachrichtigungen zur Einnahme von Medikamenten erfolgt durch ein Aufleuchten der an der Dose angebrachten LEDs und bei Bedarf durch einen automatischen Anruf oder durch das Versenden von einer Textnachricht. Durch eingebaute Sensoren kann die Dose mitverfolgen wann eine Öffnung und in welcher Menge eine Medikamentenentnahme erfolgte. (Vgl. AdhereTech Inc. 2015)



Abbildung 11: Adherence Pill Bottle Medikamentendose

(Quelle: AdhereTech Inc. 2015)

**ROUND Refill**

ROUND Refill ist eine smarte Medikamentendose, die von Circadian Design entwickelt wurde. Die smarte Medikamentendose ist Lichtresistent und ist recyclebar. Weiterhin beinhaltet die Dose eine eingebaute Batterie, ein Bluetooth BLE 4.0 Modul, welches eine Kommunikation mit Bluetooth Geräten gewährleistet und einem 3-Axis Accelerometer. Die Verwaltung der Medikamente erfolgt durch eine App, die im Apple Store runtergeladen werden kann. (Vgl. Circadian Design 2016)



Abbildung 12: ROUND Refill Medikamentendose

(Quelle: Circadian Design 2016)

Tabelle 2: Vergleich von smarten Medikamentendosen

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kriterien** | **SMRxT** | **Adherence Pill Bottle** | **ROUND Refill** |
| **1. Produkt** | | | |
| 1.1 Preis | Unbekannt | 60 $ | Unbekannt |
| 1.2 Batteriedauer | Unbekannt | 6 Monate | Kein Aufladen benötigt |
| **2. Funktionalitäten** | | | |
| 2.1 Erinnerung bei Knappheit | Unbekannt |  | Nein |
| 2.2 Visuelle Erinnerung | Nein | Ja | Ja |
| 2.3 Akustische Erinnerung | Nein |  |  |
| 2.4 Erinnerung durch zusätzliche Geräte (Handy, SmartWatch) | Nein | Ja |  |
| **3. Sicherheit** | | | |
| 3.1 Sicherheit vor falscher Einnahme | Nein |  |  |
| 3.2 Kindersicherheit | Unbekannt | Ja | Ja |

## Smarte Medikamentendosierer

Zu der Gruppe der smarten Medikamentendosen gehören die Medikamentendosen, die den normalen Medikamentendosen in der Form ähneln und mit einem Mikrokontrollen und einer Batterie bzw. Akku ausgestattet sind, sodass eine Autonomie und Portabilität gewährleistet ist.

## Produkte auf dem Markt

**Medminder Jon**

Die smarte Medikamentenbox Medminder Jon wurde von dem gleichnamigem amerikanischen Unternehmen Medminder entwickelt. Die Medikamentenbox kann über die Webseite Medminder.com in der Form eines Vertrags für 64,99 $ im Monat bestellt werden. Medminder bietet vier Versionen der smarten Medikamentenbox zum Verkauf an: Jon, Jon + Alert, Maya und Maya + Alert. Die Jon Versionen haben im Vergleich zu der Maya Version einen Schließmechanismus, der verhindert, dass die falschen Medikamentenboxen geöffnet werden. Die Jon + Alert und Maya + Alert Medikamentenboxen bieten zusätzlich noch einen Notrufknopf in Form einer Halskette oder eines Armbandes an. Die Medikamentenbox besteht aus 28 Boxen und kann somit einen vier Wochenvorrat von verschiedenen Medikamenten beherbergen. Die Medikamentenbox kann über die Webseite konfiguriert werden. Als Erinnerungsmechanismen werden die Patienten durch das Aufleuchten der jeweiligen Kammer an die Einnahme erinnert und wenn die Einnahme nicht erfolgte, dann wird nach 30 Minuten ein akustisches Signal erklingen. Wenn das akustische Signal ebenfalls nicht bemerkt wurde, so kann die Medikamentenbox, durch die Verwendung des Cellular Moduls, einen Erinnerungsanruf tätigen. (Vgl. Medminder o. J.)



Abbildung 13: Medminder Jon Medikamentenbox

(Quelle: Medminder o. J.)

**MedSignals Pill Case/Monitor**

Der Pill Case/Monitor besteht aus vier Medikamentenboxen die eine Kapazität von bis zu 70 Aspirin Pillen von 325mg beherbergen können. Erinnerungen erfolgen über das Aufleuchten der jeweiligen Kammern, einem akustischem Signal in Form einer Durchsage oder ertönen eines Tons. Weiterhin kann ein Erinnerungsanruf durch den eingebauten Cellular-Chip erfolgen. (Vgl. MedSignals / VitalSignals LLC 2014)

****

Abbildung 14: MedSignals Pill Case/Monitor Medikamentenbox

(Quelle: MedSignals / VitalSignals LLC 2014)

**Pillbox by Tricella**

Die *Pillbox by Tricella* wurde im Jahr 2014 von dem namensgebenden Unternehmen Tricella auf den Markt gebracht. Die Medikamentenbox kann in dem online Shop von Tricella für 74.99 $ erworben werden. Die Medikamentenbox beinhaltet standartmäßig sieben Medikamentenkammern. Tricella verzichtet auf akustische oder visuelle Erinnerungssignale und erinnert die Benutzer lediglich über Benachrichtigungen auf dem Smartphone über die Einnahme. Das aktive Verhindern von Falscheinnahmen durch das Sperren von falschen Medikamentenkammern, wie es bei Medminder Jon der Fall ist, erfolgt bei Tricella nicht. Hier bekommen lediglich die Bezugspersonen eine Nachricht, wenn eine falsche Kammer geöffnet wurde, aber das aktive Verhindern von dem Öffnen der falschen Kammer findet nicht statt. (Vgl. Tricella Inc. 2015)

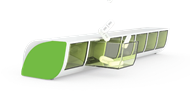


Abbildung 15: Pillbox by Tricella Medikamentenbox

(Quelle: Tricella Inc. 2015)

Tabelle 3: Vergleich von smarten Medikamentenboxen

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kriterien** | **Medminder Jon + Alert** | **MedSignals® Pill Case/Monitor** | **Pill Box by Tricella** |
| **1. Produkt** | | | |
| 1.1 Preis | 39,99 $ im Monat | Unbekannt | 74,99 $ |
| 1.2 Anzahl an Kammern | 28 | 4 | 7 |
| **2. Funktionalitäten** | | | |
| 2.1 Erinnerung bei Knappheit | Ja | Ja | Nein |
| 2.2 Visuelle Erinnerung | Ja | Ja | Nein |
| 2.3 Akustische Erinnerung | Ja | Ja | Nein |
| 2.4 Erinnerung durch zusätzliche Geräte (Handy, SmartWatch) | Ja | Ja | Ja |
| **3. Sicherheit** | | | |
| 3.1 Sicherheit vor falscher Einnahme | Ja | Nein | Nein |
| 3.2 Kindersicherheit | Nein | Nein | Nein |
| **4. Benutzbarkeit** | | | |
| 4.1 Portabilität | Bedingt. die einzelnen Fächer können abgenommen werden | * Eingebaute Batterie * Handliches Design | * Eingebaute Batterie. (Laufzeit 1 Jahr) * Handliches Design |
| 4.2 Behindertengerecht | Unbekannt | Bietet Brailnumber | Nein |

## Smarte Aufsätze

Weiterhin gibt es auch neben den smarten Medikamentenboxen, Medikamentendosen und Medikamentenspendern, smarte Aufsätze. Die smarten Aufsätze sind Erweiterungen, die auf bereits bestehende Produkte angebracht werden können und durch die Verwendung von einem Mikrokontroller und Akkus bzw. Batterien autonom agieren können.

## Produkte auf dem Markt

**iRemember**

Der smarte Medikamentendeckel iRemember ist ein smarter Deckel, der auf bereits bestehende Medikamentendosen angebracht werden kann und bei Amazon für 35 Dollar erhältlich ist. Der Deckel benötigt keine App oder Homepage zum Einrichten der Medikamente, sondern kann direkt am Deckel konfiguriert werden. Die Erinnerung kann über eine akustische Durchsage oder das Aufleuchten von den am Deckel angebrachten LEDs erfolgen. Weiterhin, wenn man nicht sicher ist ob man seine Medikamente bereits eingenommen hat, so kann der am Deckel angebrachte Knopf betätigt werden, woraufhin eine Durchsage bzw. ein Statusaufleuchten erfolgt. (Vgl. WEALTHTAXI o. J.)



Abbildung 16: iRemember Aufsatz

(Quelle: WEALTHTAXI o. J.)

**GlowCap**

Ein weiterer smarter Aufsatz, neben iRemember, ist GlowCap. Die Erinnerungsbenachrichtigungen von GlowCap erfolgen über einen Stecker-Aufsatz, der bei der Medikamenteneinnahmefälligkeit die Personen über ein Aufleuchten, ertönen eines akustischen Signals oder durch einen direkten Anruf benachrichtigt. Unterhalb der Dose befindet sich ein Knopf, der betätigt werden kann, wenn eine Nachbestellung der Medikamente erfolgen soll.



Abbildung 17: GlowCap Aufsatz

(Quelle: glowcaps.com 2016)

Tabelle 4: Vergleich der smarten Aufsätze

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kriterien** | **iRemember** | **GlowCap** |  |
| **1. Produkt** | | | |
| 1.1 Preis | 35 $ | 80 $ einmalig, danach 15 $ jeden Monat |  |
| 1.2 Batteriedauer | 1 Monat |  |  |
| **2. Funktionalitäten** | | | |
| 2.1 Erinnerung bei Knappheit | Unbekannt | Ja |  |
| 2.2 Visuelle Erinnerung | Ja | Ja |  |
| 2.3 Akustische Erinnerung | Ja | Ja |  |
| 2.4 Erinnerung durch zusätzliche Geräte (Handy, SmartWatch) | Ja | Ja |  |
| **3. Sicherheit** | | | |
| 3.1 Sicherheit vor falscher Einnahme | Nein | Nein |  |
| 3.2 Kindersicherheit | Ja | Ja |  |

## Bewertung der Kategorien nach Einsatzpotenzial

Während den durchgeführten Befragungen mit den einzelnen Pflegedienstleitern und Pflegern von stationären Pflegeeinrichtungen wurden den Interviewpartnern bereits auf dem Markt erhältliche smarte Medikamentenverwaltungssysteme vorgestellt und gebeten diese nach einer potenziellen Einsatzbereitschaft einzuordnen. So stellte sich heraus, dass alle 5 Interviewpartner den Medikamentendosierer bevorzugten. Dies resultiert unteranderem daraus, dass dies bei den Pflegern die bekannteste Variante darstellte, die ebenfalls laut einzelnen Aussagen eine hohe Übersicht und Kontrolle aufwies. Auf dem zweiten Rang wurde der Medikamentenspender eingeordnet, da bei diesem ebenfalls ein hohes Potenzial zugeordnet werden konnte, dies jedoch den Interviewpartner noch als recht Unbekannt im Vergleich zu dem Medikamentendosierer vorkam. Auf dem dritten Rang wurde die Medikamentendose eingeordnet, mit der Begründung, dass die Personen kognitiv in der Lage sein müssten eine Dose zu öffnen und sich hierfür die anderen Kategorien eher als vorteilhaft erweisen. Den letzten Rang belegten die smarten Aufsätze. Es wurden ebenfalls Doppelnennungen in die Rangliste aufgenommen, da Interviewpartner zwei Kategorien einer Rangliste zugeordnet hatten Die Rangliste kann aus der Abbildung 16 entnommen werden.

Abbildung 18: Rangliste der Arten

(Quelle: Befragungen von Pflegern und Pflegedienstleiter von stationären Pflegeeinrichtungen)

# Konzeption und Entwicklung des smarten Medikamentenverwaltungssystems

## Anforderungsanalyse

Die Tabelle 5 beschreibt alle Anforderungen, die im Rahmen der Befragungen mit den Pflegedienstleitern und Pflegern von stationären Pflegeeinrichtungen erhoben wurden.

Tabelle 5: Anforderungen der Pflegeverantwortlichen an ein smartes Medikamentenverwaltungssystem

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Anforderungen des Pflegepersonals** | | |
| **Anf. Nr.** | **Anforderung** |
| F-01 | Medikamente nur zu den festgelegten Zeiten freigeben. |
| F-02 | Medikamente nur in der richtigen Dosierung freigeben. |
| F-03 | Benachrichtigungsfunktionen bei Knappheit. |
| F-04 | Mobile Variante (z. B. dass man beim Medikamentendosierer die einzelnen Boxen für die Tage abnehmen kann). |
| F-05 | Es müsste flexible sein. Wenn der Arzt etwas verändert, dann muss es auch in dem System mitübernommen werden. |
| F-06 | Bezugspersonen werden Benachrichtigt, wenn eine wichtige Medikamenteneinnahme ausgelassen wurde. |
| F-07 | Die Erinnerung an die Medikamenteneinnahme sowie Einnahmeinformationen soll über eine akustische Ausgabe erfolgen. |
| F-08 | Das System soll in der Lage sein automatisch Medikamente nachzubestellen, wenn ein bestimmter festgelegter eiserner Bestand erreicht wurde. |
| F-09 | Übersicht des Medikamenteneinnahmeplans. |

**Legende**: **F** = Funktionale Anforderungen, **NF** = Nichtfunktionale Anforderungen

## Konzeption und Auswahl eines Konzeptes

Da die meisten Interviewpartner einen Medikamentendosierer bevorzugten, aber als Anforderung angaben, dass die Medikamente in der richtigen Dosierung und zu dem richtigen Zeitpunkt ausgegeben werden sollten - wozu nur der Medikamentendosierer in der Lage ist -, entstanden nicht kongruente und widersprüchliche Aussagen. Aufgrund dessen wurde anhand von den Bewertungen der Interviewpartner für den ersten Rang und den zweiten Rang ein Konzept erstellt (siehe Abschnitt 6.1.1 und 6.1.2), dessen mögliche Funktionalitäten mit den herausgeleiteten Anforderungen aus den Befragungen verglichen wurden (siehe Abschnitt 6.1.3). Durch diese Vorgehensweise soll gewährleistet werden, dass das richtige System mit den gewünschten Anforderungen erstellt wird.

## Konzept 1: Smarter Medikamentenspender

Das erste Konzept ist ein smarter Medikamentenspender, bei dem die Medikamente mit der Hilfe von separaten Boxen verwaltet werden (siehe Abb. 17). So erfolgt die Verwaltung nach den Medikamenten, die das System zu den jeweiligen Einnahmezeitpunkten automatisch in einer festgelegten Menge ausgibt. Dadurch kann gewährleistet werden, dass eine Über- bzw. Unterdosierung verhindert werden kann.

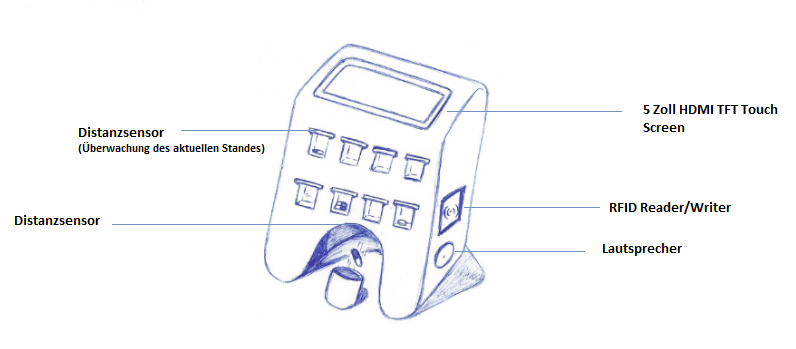


Abbildung 19: Smarter Medikamentenspender

(Quelle: Eigene Skizze)

Der smarte Medikamentenspender besteht aus dem Medikamentenspender und den herausnehmbaren Medikamentenboxen. An dem Medikamentenspender ist an der oberen Seite ein 5 Zoll HDMI TFT Touch Screen angebracht, auf der rechten Seite ein RFID Reader/Writer sowie ein Lautsprecher und unterhalb des Medikamentenspenders befindet sich ein Distanzsensor. Die genauen Beschreibungen der einzelnen Bestandteile können der Tabelle 6 entnommen werden.

Tabelle 6: Bestandteile des smarten Medikamentenspenders

|  |
| --- |
| Bestandteile des smarten Medikamentenspenders |
| RFID-Reader |
| Der RFID Reader/Writer wird verwendet, um die gespeicherten Informationen auf den RFID-Chips der Boxen auszulesen und im System zu hinterlegen bzw. Information auf einen RFID-Chip zu speichern. Durch diese Möglichkeit kann ein sicherer Austausch von Informationen erfolgen, ohne seine privaten Zugriffsdaten zu dem System den Ärzten oder Apothekern geben zu müssen. |
| Distanzsensor |
| Unter dem Medikamentenspender befindet sich ein Distanzsensor, der dafür verantwortlich ist zu überprüfen, ob eine Tasse oder eine Hand unter der Ausgabe sich befindet, sodass die Medikamente daraufhin ausgegeben werden können. |
| Lautsprecher |
| Der integrierte Lautsprecher wird verwendet, um die Medikamenteninformationen (wie z. B. Einnahmearten) akustisch wederzugeben bzw. über ein akustisches Signal die Benutzer an die Medikamenteneinnahme zu erinnern. |
| 5 Zoll HDMI TFT Touch Screen |
| Oberhalb des Medikamentenspenders befindet sich ein Touch Screen, der verwendet wird um zusätzlich visuelle Informationen darstellen zu können, z. B. Hilfestellungen bei der Medikamenteneinnahme, sondern auch um die Medikamente in das System einzupflegen. |
| Medikamentenboxen |
| Bei den Medikamentenboxen handelt es sich um herausnehmbare Boxen, die einen RFID-Chip beinhalten, der z. B. von Apothekern und Ärzten verwendet werden kann, um wichtige Medikamenteneinnahmeinformationen auf den RFID-Chip zu speichern. Weiterhin beinhalten die Medikamentenboxen einen Servo-Motor, der dafür zuständig ist die Medikamentenausgabeklappe der jeweiligen Box nur zu den Medikamenteneinnahmezeitpunkten zu öffnen. |

## Konzept 2: Smarter Medikamentendosierer

Das zweite Konzept ist ein smarter Medikamentendosierer, der aus 7 einzelnen Kammern besteht, in die die Medikamente für die jeweiligen Wochentage manuell dosiert werden müssen (siehe Abl. 18). So zeichnet der Medikamentendosierer dadurch aus, dass die Medikamentenverwaltung nach den einzelnen Wochentagen erfolgt und nicht nach den einzelnen Medikamenten, wie es bei dem Medikamentenspender der Fall ist. Dies hat den Vorteil, dass dadurch eine Übersichtlichkeit gewährleistet ist und man direkt sehen kann welche Medikamente an welchem Wochentag eingenommen werden müssen.



Abbildung 20: Konzept 2: Smarter Medikamentendosierer

(Quelle: Eigene Skizze)

Der Medikamentendosierer hat ebefalls einen RFID Reader/Writer, einen 5 Zoll HDMI TFT Touch Screen und einen Lautsprecher. Weiterhin ist in jeder Box ein Magnet-Sensor sowie Servo-Motor angebracht. Die genauen Beschreibungen der einzelnen Bestandteile können der Tabelle 7 entnommen werden.

Tabelle 7: Konzept 2: Bestandteile des Smarten Medikamentendosierers

|  |
| --- |
| Bestandteile des smarten Medikamentendosieres |
| RFID-Reader |
| Der RFID Reader/Writer wird verwendet, um die gespeicherten Informationen auf den RFID-Chips der Boxen auszulesen und im System zu hinterlegen bzw. Information auf einen RFID-Chip zu speichern. Durch diese Möglichkeit kann ein sicherer Austausch von Informationen erfolgen, ohne seine privaten Zugriffsdaten zu dem System den Ärzten oder Apothekern geben zu müssen. |
| Lautsprecher |
| Der integrierte Lautsprecher wird verwendet, um die Medikamenteninformationen (wie z. B. Einnahmearten) akustisch wederzugeben bzw. über ein akustisches Signal die Benutzer an die Medikamenteneinnahme zu erinnern. |
| 5 Zoll HDMI TFT Touch Screen |
| Oberhalb des Medikamentenspenders befindet sich ein Touch Screen, der verwendet wird um zusätzlich visuelle Informationen darstellen zu können, z. B. Hilfestellungen bei der Medikamenteneinnahme, sondern auch um die Medikamente in das System einzupflegen. |
| Medikamentenkammer |
| In den einzelnen Medikamentenkammern sind Servo-Motoren angebracht, die dafür zuständig sind die Kammern nur zu den jeweiligen Einnahmezeitpunkten zu öffnen. Weiterhin befindet sich ein Magnetsensor in jeder Kammer, der feststellen kann ob und wann eine Kammer geöffnet wurde. |

## Bewertung und Auswahl der Konzepte

In diesem Abschnitt findet ein Vergleich der Kategorien, die auf dem ersten und zweiten Rang von den Interviewpartnern eingeordnet wurden, mit ihren genannten Anforderungen statt (siehe Tab. 8).

Tabelle 8: Vergleich der Anforderungen mit den bewerteten Kategorien von den Interviewpartnern

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| **Anforderung** | **Medikamentenspender** | **Medikamentendosierer** |
| 1. Medikamente nur zu den festgelegten Zeiten freigeben. | Ja | Ja |
| 1. Medikamente nur in der richtigen Dosierung freigeben. | Ja | Nein |
| 1. Benachrichtigungsfunktionen bei Knappheit. | Ja | Ja |
| 1. Mobile Variante | Nein | Ja |
| 1. Es müsste flexibel sein. Wenn der Arzt etwas verändert, dann muss es auch in dem System mitübernommen werden. | Ja | Nein |
| 1. Bezugspersonen werden Benachrichtigt, wenn eine wichtige Medikamenteneinnahme ausgelassen wurde. | Ja | Ja |
| 1. Die Erinnerung an die Medikamenteneinnahme sowie Einnahmeinformationen soll über eine akustische Ausgabe erfolgen. | Ja | Ja |
| 1. Das System soll in der Lage sein automatisch Medikamente nachzubestellen, wenn ein bestimmter festgelegter eiserner Bestand erreicht wurde. | Ja | Nein |
| 1. Übersicht des Medikamenteneinnahmeplans. | Ja | Ja |

Die Begründungen zu den Bewertungen erschließen sich folgendermaßen:

* **Medikamente nur zu den festgelegten Zeiten freigeben:** Die erste Anforderung, dass Medikamente nur zu den festgelegten Zeiten freigegeben werden, erfüllen beide Varianten. Bei dem Medikamentenspender würden die einzelnen Medikamente bei dem Medikamenteneinnahmezeitpunkt ausgegeben und beim Medikamentendosierer öffnet sich nur die jeweilige Klappe des jeweiligen Einnahmezeitpunktes.
* **Medikamente nur in der richtigen Dosierung freigeben:** Die richtige Dosierung der Medikamente erweist sich wiederum bei einem Medikamentendosierer als erschwerend, da die Medikamente von den Personen selber verwaltet werden müssen und so die Personen in der Lage sein müssen die Medikamente richtig einzuordnen. Hier bietet ein Medikamentenspenden einen enormen Vorteil, da hier die Dosierung von dem System übernommen wird und die Personen die Medikamente nur in die richtigen Kammern einsortieren müssen.
* **Benachrichtigungsfunktion bei Knappheit:** Eine Benachrichtigungsfunktion bei Knappheit könnte generell bei beiden Varianten umgesetzt werden, erweist sich jedoch bei einem Medikamentenspender als einfacher und effizienter umsetzbar. Dies liegt daran, dass der Medikamentenspender die einzelnen Medikamente durch Lichtschranken und Abstandssensoren genauer berechnen kann, als im Vergleich zu einem Dosierer. Bei einem Dosierer könnten Gewichtssensoren in Erwägung gezogen werden. Dies erweist sich aber bei einem Medikamentendosierer mit 28 Boxen als sehr zu kostenspielig für jede Box einen Gewichtssensor anzubringen.
* **Mobile Variante:** Bei diesem Punkt hat der Medikamentendosierer einen klaren Vorteil, da die einzelnen Boxen autark konzipiert werden können und dadurch die Möglichkeit besteht, dass die einzelnen Boxen autonom. Dies erweist sich bei einem Medikamentenspender als problematisch, da der Medikamentenspender mehrere Medikamente aufgeteilt in unterschiedlichen Kammern beherbergt und diese jeweils bei einem bestimmten Zeitpunkt verteilt.
* **Die Medikation sollte flexibel geändert werden können:** Bei einem Medikamentenspender könnten die Medikation einfach geregelt werden, da die Verwaltung nach den einzelnen Medikamenten erfolgt und das System die Dosierung übernimmt. Hingegen bei einem Medikamentendosierer erfolgt die Dosierung primär durch die Anwender und wenn bereits eine Dosierung und Einteilung der Medikamente erfolgte, so ist es im späterem Verlauf unmöglich dies flexibel zu ändern, da die Anwender dann die einzelnen Medikamente der Boxen eigenständig neu sortieren müssten.
* **Bezugspersonen werden Benachrichtig, wenn eine wichtige Medikation ausgelassen wurde:** Diese Anforderung kann von beiden Varianten erfüllt werden. Bei dem Medikamentendosierer können Sensoren mitverfolgen, ob und wann die Boxen geöffnet wurden und beim Medikamentenspender kann dies mit Distanzsensoren erfolgen, die überprüfen wann und ob ein Behälter unter die Ausgabeklappe gestellt wurde, sodass Medikamente richtig entnommen werden konnten.
* **Akustische Durchsagen:** Akustische Ausgaben können unabhängig von der Variante gleichermaßen umgesetzt werden.
* **Automatisch nachbestellen von Medikamenten, bei einem bestimmten eisernen Bestand:** Das Nachbestellen von Medikamenten bei einem bestimmten Bestand erweist sich bei dem Medikamentenspender als effizienter umsetzbar, da durch Distanzsensoren und Lichtschranken der aktuelle Stand der Medikamente bestimmt werden kann. Bei einem Medikamentendosierer wiederum kann dies nur anhand von Gewichtssensoren erfolgen, die unter jeder Box angebracht werden müssen und genauer überwachen ob die Medikamente tatsächlich entnommen wurden.
* **Übersicht über die Medikation:** Die Übersicht über die Medikation kann bei beiden Varianten gleichermaßen zum Beispiel durch einen angebrachten Bildschirm erfolgen.

Der Medikamentendosierer konnte nur 6 von den 9 Anforderungen erfüllen, wohingegen der Medikamentenspender 8 von 9 Anforderungen erfüllt. Demzufolge erweist sich der Medikamentenspender als die bessere Variante, um die genannten Anforderungen richtig umsetzen zu können.

## Entwicklung der Hard- und Software

Nach der Anforderungsanalysephase (siehe Kap. 4) und der Konzeptionsphase (siehe Kap. 5) wurde in der Entwicklungsphase, die in diesem Kapitel ausführlich beschrieben wird, erläutert, wie das smarte Medikamentenverwaltungssystem (siehe Abs. 6.1) und die dazugehörige Software entwickelt wurde (siehe Abs. 6.2). Diesbezüglich wird genauer auf die verwendeten Bestandteile, die Funktionsweise und den Schaltplan der jeweiligen Komponenten eingegangen. Weiterhin wird die Architektur und die Funktionsweise der erstellen Software erläutert und auf die einzelnen Funktionen eingegangen.

## Prototyping

Als nach der Anforderungs- und Konzeptphase der Entwurf des smarten Medikamentenspenders feststand, wurde im Anschluss mit Kartons ein erster Prototyp erstellt, der dazu dienen sollte die Benutzerfreundlichkeit zu erproben sowie einzelne Funktionen, wie das Ausgeben der Medikamente, bereits testen zu können, um gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen (siehe Abb. 21).

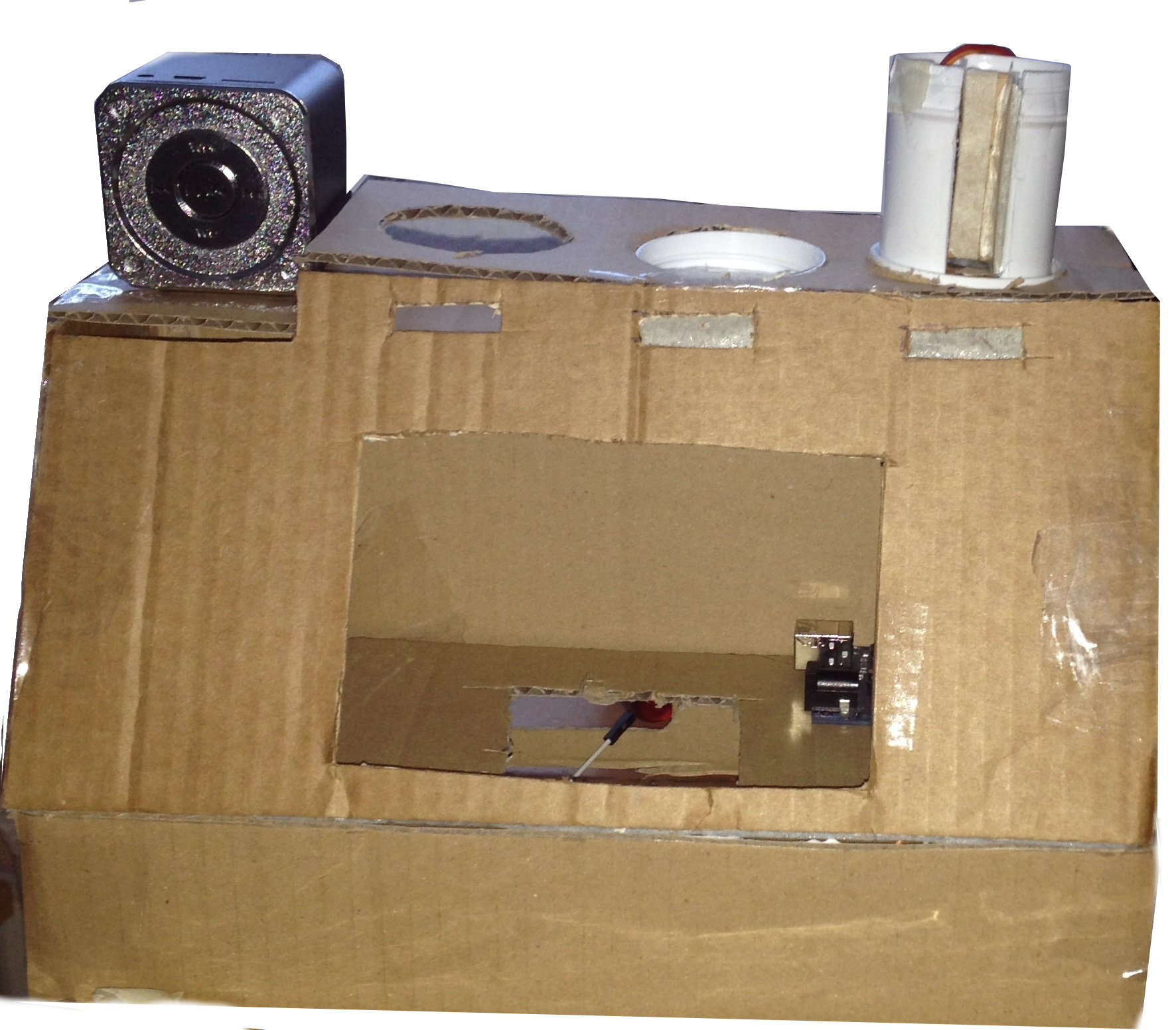


Abbildung 21: Prototyp aus Karton

So konnte durch nach der Prototypphase schnell festgestellt werden, dass der Bildschirm in einem 30 % Grad Winkel angebracht werden musste und eine 90 Grad Befestigung des Bildschirms das tippen an dem Touchscreen sowie die Sicht stark beeinträchtigt. Weiter

## Konstruktion

Im Anschluss an die Prototypphase wurde das Gehäuse aus Holz angefertigt (siehe Abb. 22) mit den frontalen Aushöhlungen für die drei LEDs, Löcher für die Medikamentenausgabe unter den Sockel, Bildschirm, Medikamentenausgabebox. sowie RFID-Reader an der linken Seite. Aus zeitlichen Gründen wurde die Funktion mit dem RFID-Reader nicht eingebaut und dient zum Anschluss des USB-Hubs.



Abbildung 22: Gehäuse aus Holz

An der oberen Seite befinden sich drei Sockel für die Medikamentendosen, die aus den Deckeln von den Medikamentendosen angefertigt wurden. An der rechten Seite wurde jeweils ein Loch in die Medikamentendose geschnitten, sodass die Medikamente, die aus den Medikamentendosen kommen, runterfallen können (siehe Abb. XX).

## Einbau der Bestandteile und Elektronik

## Verwendete Bestandteile

## Schaltplan

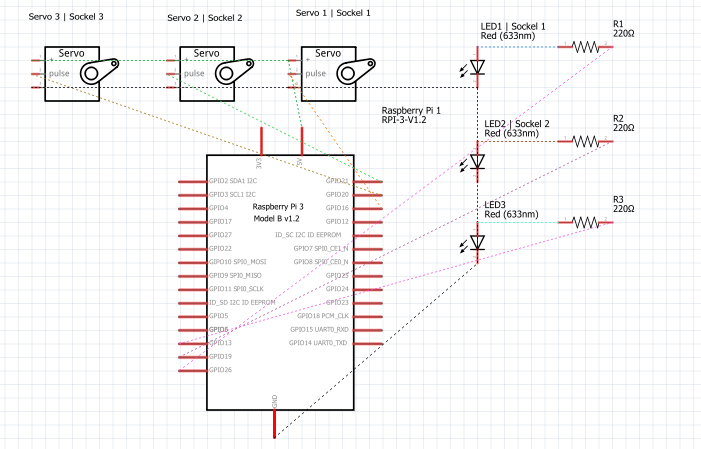


Abbildung 25: Schaltplan

## Einbau der Elektronik

In der dritten Phase wurden die einzelnen Schächte unter den Sockeln angebracht sowie die Bestandteile und Elektronik verbaut (siehe Abb. 23).

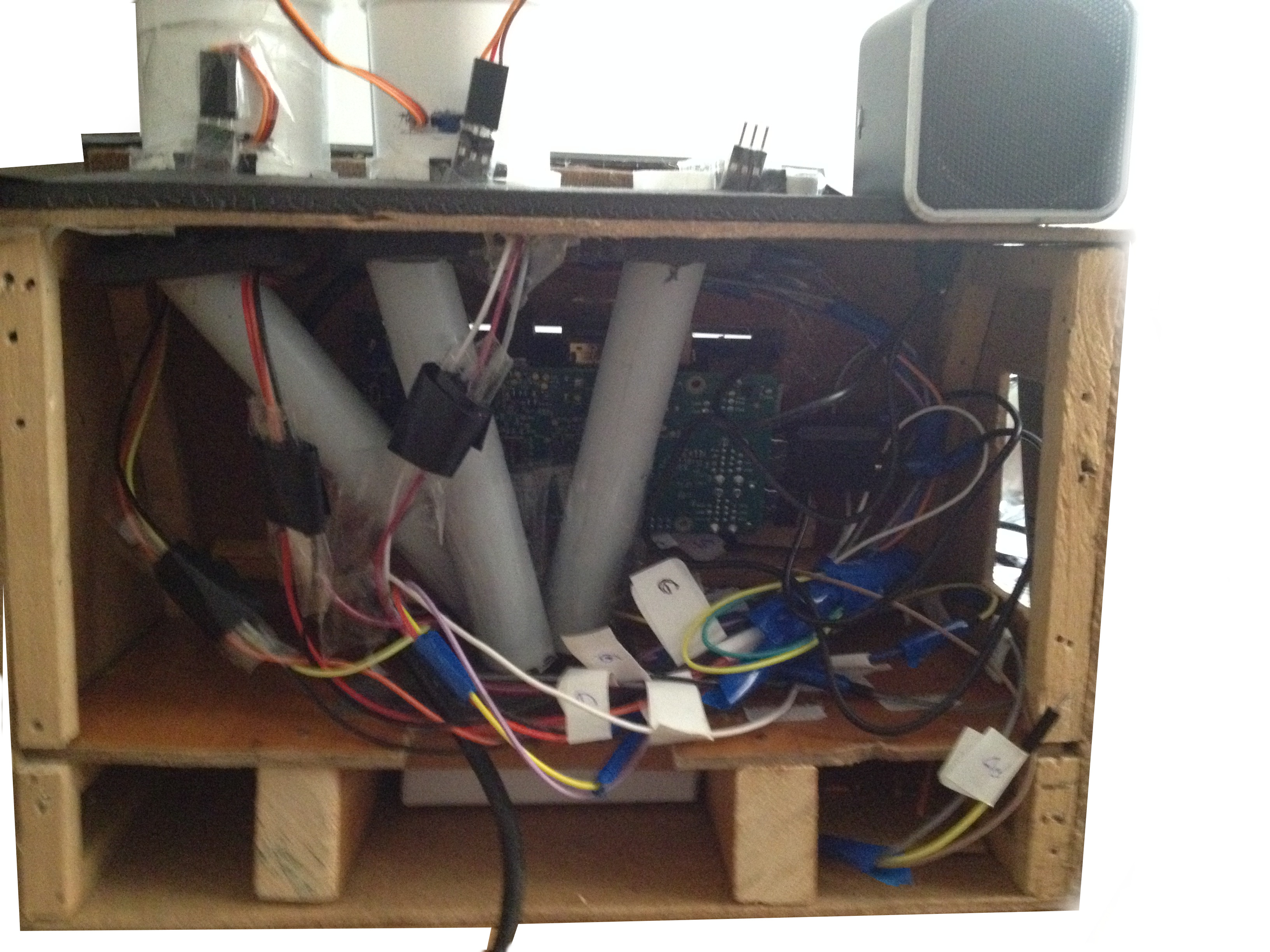


Abbildung 23: Elektronik des Medikamentenspenders

An der Medikamentenausgabebox wurde das Hall Sensor Modul *KY-003 44E* eingebaut (siehe Abb. 24).



Abbildung 24: Hall Sensor Modul

Dieses Modul kann in der Nähe befindliche Magneten aufspüren. Diesbezüglich wurden an der Medikamentenentnahmebox zwei starke Magneten angebracht, sodass durch den Hall-Sensor der Status der Medikamentenbox festgestellt werden kann. So kann sichergestellt werden, dass nur Medikamente ausgegeben werden, wenn die Medikamentenentnahmebox in dem Schacht ist und die angebrachten Magneten von dem Hall-Sensor erkannt werden.

## Software

## Architektur

## Funktionen

## Benachrichtigungsfunktionen verwalten

## Medikamente verwalten

## Termine verwalten

## Kontaktpersonen verwalten

## Bezugsquellen verwalten

## Erweiterte manuelle Ausgabe

# Validierung

# Fazit und Ausblick

Anlage

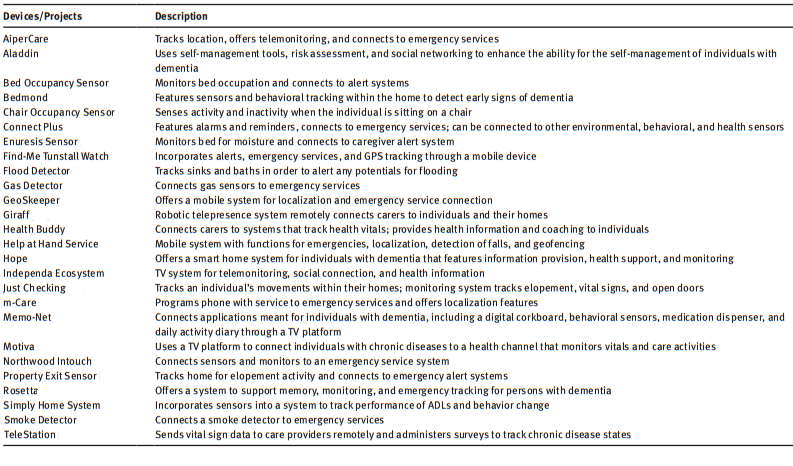


Abbildung 26: Zukünftige und aktuelle AAL-Technologien und Anwendungen

Literaturverzeichnis

Abbey, Brianna; Alipour, Anahita; Camp, Christopher; Hofer, Crystal (2012): The Smart Pill Box.

ABDA - Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände e. V. (2007): Non-Compliance kostet 10 Millarden Euro. Apotheker verbessern Therapietreue. Online verfügbar unter https://www.abda.de/index.php?id=303, zuletzt geprüft am 02.10.2016.

Abiogenix (2016a): My uBox. Online verfügbar unter https://my-ubox.com, zuletzt geprüft am 05.10.2016.

Abiogenix (2016b): The uBox team. Online verfügbar unter https://my-ubox.com/uBox-team/, zuletzt geprüft am 05.10.2016.

AdhereTech Inc. (2015): Smart Wireless Pill Bottles. Track and Improve Adherence in Real-Time. Online verfügbar unter https://www.adheretech.com, zuletzt geprüft am 05.10.2016.

Andreae, S.; Hayek, D. von; Weniger, J. (2006): Krankheitslehre / Altenpflege professionell: Thieme. Online verfügbar unter https://books.google.de/books?id=juTNRLyjL0cC.

Backes, Gertrud M.; Clemens, Wolfgang (2013): Lebensphase Alter. Eine Einführung in die sozialwissenschaftliche Alternsforschung. 4., überarb. und erw. Aufl. Weinheim: Beltz Juventa (Grundlagentexte Soziologie). Online verfügbar unter http://www.socialnet.de/rezensionen/isbn.php?isbn=978-3-7799-2603-0.

Blackman, Stephanie; Matlo, Claudine; Bobrovitskiy, Charisse; Waldoch, Ashley; Fang, Mei Lan; Jackson, Piper et al. (2016): Ambient Assisted Living Technologies for Aging Well. A Scoping Review. In: *Journal of Intelligent Systems* 25 (1). DOI: 10.1515/jisys-2014-0136.

Böhm, Karin; Tesch-Römer, Clemens; Ziese, Thomas (Hg.) (2009): Gesundheit und Krankheit im Alter. Robert-Koch-Institut. Berlin: Robert Koch-Inst (Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes). Online verfügbar unter http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0257-1002569.

Borrmann, Julia (2012): DAS ÖKONOMISCHE POTENTIAL VON AMBIENT ASSISTED LIVING ODER IT-BASIERTEN ASSISTENZSYSTEMEN. Hg. v. Economica Institut für Wirtschaftsforschung.

Chen, K.; Chan, A.H.S.; Chan, S. C. (2012): Gerontechnology acceptance by older Hong Kong people. In: *Gerontechnology* 11 (2). DOI: 10.4017/gt.2012.11.02.524.00.

Circadian Design, Inc. (2016): ROUND Refill. Modernize the medicine cabinet. Online verfügbar unter https://roundhealth.co/refill/, zuletzt geprüft am 05.10.2016.

Claßen Katrin (2012): Zur Psychologie von Technikakzeptanz im höheren Lebensalter: Die Rolle von Technikgenerationen. Dissertation. Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Heidelberg. Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften. Online verfügbar unter http://archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/14295/1/DissertationProzent20Classen.pdf.

Dachverband Adherence e.V. (2011): Compliance vs. Adherence. Online verfügbar unter http://www.dv-adherence.de/index.php/compliance-vs-adherence.html, zuletzt aktualisiert am 08.10.2016.

Doh, Michael (2012): Der ältere Mensch und die Mediatisierung – Entwicklungslinien, Potenziale und Barrieren des Internets. Online verfügbar unter http://digitale-chancen.de/assets/includes/sendtext.cfm?aus=11&key=1048.

dr Poket Sp. z o.o. (o. J.): Pillbox by Dr Poket. Online verfügbar unter http://getthepillbox.com, zuletzt geprüft am 05.10.2016.

Ehlert, Ulrike (Hg.) (2016): Verhaltensmedizin. 2., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch). Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-48035-9.

Friesdorf, W.; Heine, A. (2007): sentha - seniorengerechte Technik im häuslichen Alltag: Ein Forschungsbericht mit integriertem Roman: Springer Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter https://books.google.de/books?id=RvkmBAAAQBAJ.

Füeßl, Hermann; Middeke, Martin; Würtemberger, G. (2014): Anamnese und klinische Untersuchung. [Audios zu Herz- und Lungenauskultation plus Untersuchungsfilm online ; + campus.thieme.de]. 5., aktualisierte Auflage. Stuttgart: Thieme (Duale Reihe).

Georgieff, Peter (2008): Marktpotenziale IT-unterstützter Pflege für ein selbstbestimmtes Altern: MFG Stiftung Baden-Württemberg.

Glaeske, Gerd; Schicktanz, Christel (2015a): Barmer GEK - Arzneimittelreport-2015. Hg. v. Barmer GEK. Online verfügbar unter http://presse.barmer-gek.de/barmer/web/Portale/Presseportal/Subportal/Presseinformationen/Archiv/2015/151209-Arzneimittelreport-2015/PDF-Arzneimittelreport-2015,property=Data.pdf.

Glaeske, Gerd; Schicktanz, Christel (2015b): Barmer GEK - Infografiken zum Arzneimittelreport 2015. Hg. v. Barmer GEK. Online verfügbar unter http://presse.barmer-gek.de/barmer/web/Portale/Presseportal/Subportal/Presseinformationen/Archiv/2015/151209-Arzneimittelreport-2015/PDF-Infografiken-Arzneimittelreport-2015,property=Data.pdf.

Gould, Odette N.; Todd, Laura; Irvine-Meek, Janice (2009): Adherence devices in a community sample. How are pillboxes used? (1).

Grätzel von Grätz, Philipp; Baellensiefen, Wolfgang Phd.; Fersch, Michela; Thürmann, Petra A. (2016): Medikamente im Alter: Welche Wirkstoffe sind ungeeignet. Hg. v. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Referat Gesundheitsforschung. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/pub/Medikamente\_im\_Alter.pdf.

Hagan, Pat (2015): THE TRUE COST OF MEDICATION NON-ADHERENCE. Online verfügbar unter http://www.letstakecareofit.com/wp-content/uploads/2015/10/The-True-Cost-of-Medication-Non-Adherence-Report.pdf.

Hayes, Tamara L.; Cobbinah, Kofi; Dishongh, Terry; Kaye, Jeffrey A.; Kimel, Janna; Labhard, Michael et al. (2009): A study of medication-taking and unobtrusive, intelligent reminding (8).

HERO Health LLC (2016): Hero. Online verfügbar unter https://herohealth.com, zuletzt geprüft am 05.10.2016.

Hoffmann, Elke; Gordo, Laura Romeu; Nowossadeck, Sonja (2014): Lebenssituation älterer Menschen in Deutschland. Hg. v. Deutsches Zentrum für Altersfragen.

Joyce A. Cramer; Richard H. Mattson, M. D.; Mary L. Prevey, PhD; Richard D. Scheyer, M. D.; Valinda L. Ouellette, R. N. (1989): How Often Is Medication Taken as Prescribed? A Novel Assessment Technique. In: JAMA (Hg.): The Journal of the American Medical Association. 262. Aufl. (11).

Keding, Hannah; Eggen, Bernd (2011): Wohnsituation älterer Menschen in BadenWürttemberg und Deutschland. In: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hg.): Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg. Stuttgart, S. 12–19.

Kirch, Wilhelm; Hoffmann, Thomas; Pfaff, Holger (2012): Prävention und Versorgung. 1. Aufl. s.l.: Georg Thieme Verlag KG. Online verfügbar unter http://ebooks.thieme.de/9783131694515.

Köther, I. (2007): Thiemes Altenpflege: Thieme.

Luga, Aurel O.; McGuire, Maura (2014): Adherence and health care costs. In: Dove Press (Hg.): Journal of Risk Management and Healthcare Policy, S. 35–44. Online verfügbar unter http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3934668/pdf/rmhp-7-035.pdf.

Lundell, Jay; Kimel, Janna; Dishongh, Terry; Hayes, Tamara L.; Pavel, Misha; Kaye, Jeffrey A. (2010): Why Elders Forget to Take Their Meds: AProbe Study to Inform a Smart Reminding System. In: Chris D. Nugent und Juan Carlos Augusto (Hg.): Smart homes and beyond. ICOST 2006 : 4th International Conference on Smart Homes and Health Telematics. Amsterdam, Washington, DC: IOS Press (Assistive technology research series 1383-813X, v. 19), S. 98–105.

Medminder (o. J.): Jon – Locked Pill Dispenser. Online verfügbar unter https://www.medminder.com/pill-dispensers-2/jon-locked-pill-dispenser/, zuletzt geprüft am 06.10.2016.

MedSignals / VitalSignals LLC (2014): MedSignals® Pill Case/Monitor. Online verfügbar unter http://www.medsignals.com/medsignals-pill-case, zuletzt geprüft am 05.10.2016.

Müller, Lotti; Petzold, Hilarion G. (2009): Resilienz und protektive Faktoren im Alter und ihre Bedeutung für den Social Support und die Psychotherapie bei älteren Menschen. Hg. v. Europäische Akademie für psychosoziale Gesundheit.

Nadhem Kachroudi: Ambient Assisted Living.

Pack, Jochen (2000): Zukunftsreport demographischer Wandel. Innovationsfähigkeit in einer alternden Gesellschaft. Bonn: bmb+f, Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Peter Georgieff (2009): Aktives Alter(n) und Technik. Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) zur Erhaltung und Betreuung der Gesundheit älterer Menschen zu Hause. Hg. v. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung.

Redaktionsteam Hannoversche (2016): STEIGENDE LEBENSERWARTUNG – WAS SIND GRÜNDE UND FOLGEN? Hg. v. Hannoversche Lebensversicherung AG / Hannoversche Direktversicherung AG. Online verfügbar unter https://www.hannoversche.de/aktuelles/steigende-lebenserwartung-was-sind-gruende-und-folgen.htm, zuletzt geprüft am 07.10.2016.

Renteln-Kruse, W.; Frilling, B.; Neumann, L.; Kuhlmey, A. (2014): Arzneimittel im Alter: De Gruyter.

Rödel, Susanne (2012): Adhärenz in Zahlen: großes Problem, großes Potenzial. Online verfügbar unter http://www.healthcaremarketingblog.de/non-adhaerenz-kosten-folgen-potenzial, zuletzt geprüft am 08.10.2016.

Sackmann, Reinhold (2007): Lebenslaufanalyse und Biografieforschung. Eine Einführung. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden (Studienskripten zur Soziologie). Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-90606-5.

Salgia, Aakash Sunil; Ganesan, K.; Raghunath, Ashwin (2015): Smart Pill Box. In: *Indian Journal of Science and Technology* 8 (S2), S. 95. DOI: 10.17485/ijst/2015/v8iS2/58744.

Schneekloth, U.; Wahl, H. W. (2008): Selbständigkeit und Hilfebedarf bei älteren Menschen in Privathaushalten: Pflegearrangements, Demenz, Versorgungsangebote: Kohlhammer. Online verfügbar unter https://books.google.de/books?id=jyu-Os6LcnoC.

SMRXT INC (2015): SMRxT. Online verfügbar unter https://www.smrxt.com, zuletzt geprüft am 06.10.2016.

Statista (2016): Anzahl der Geburten und der Sterbefälle in Deutschland in den Jahren von 1950 bis 2015. Online verfügbar unter http://images.google.de/imgres?imgurl=httpProzent3AProzent2FProzent2Fde.statista.comProzent2FgraphicProzent2F1Prozent2F161831Prozent2Fgegenueberstellung-von-geburten-und-todesfaellen-in-deutschland.jpg&imgrefurl=httpProzent3AProzent2FProzent2Fde.statista.comProzent2FstatistikProzent2FdatenProzent2FstudieProzent2F161831Prozent2FumfrageProzent2Fgegenueberstellung-von-geburten-und-todesfaellen-in-deutschlandProzent2F&h=716&w=1000&tbnid=cJoSdPuElgcObMProzent3A&docid=AoMaBUWUkNfMxM&ei=HyflV5vJAcLlUfPxuIAK&tbm=isch&client=opera&iact=rc&uact=3&dur=699&page=0&start=0&ndsp=16&ved=0ahUKEwjb1MTBxaXPAhXCchQKHfM4DqAQMwgpKAswCw&bih=630&biw=1366, zuletzt geprüft am 07.10.2016.

Statistisches Bundesamt (2015): Koordinierte Bevölkerungsvoruasberechnung für Deutschland. Online verfügbar unter http://www.destatis.de/bevoelkerungspyramide/, zuletzt geprüft am 02.10.2016.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (Hg.) (2011): Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg. Stuttgart.

Strese, Hartmut (2010): Ambient Assisted Living - ein zu hebender Schatz für Dienstleister. Hg. v. VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Online verfügbar unter http://www.vdivde-it.de/ips/archiv/mai-2010/ambient-assisted-living-ein-zu-hebender-schatz-fuer-dienstleister, zuletzt geprüft am 24.10.2016.

Theussig, Sören (2012): AAL für ALLE? Nutzerakzeptanz-Steigerung von altersgerechten Assistenzsystemen (AAL) durch den Ansatz des Universal Design und Nutzerintegration. Online verfügbar unter http://nullbarriere.de/aal-fuer-alle.htm, zuletzt geprüft am 14.10.2016.

Thyrolf, Anja (2013): Ambient Assisted Living. Möglichkeiten, Grenzen und Voraussetzungen einer gerechten Verteilung altersgerechter Assistenzsysteme. Halle (Saale): Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg Interdisziplinäres Zentrum Medizin-Ethik-Recht (Schriftenreihe Medizin - Ethik - Recht, 45).

Tomita, Machiko R.; Mann, William C.; Fraas, Linda F.; Stanton, Kathleen M. (2004): Predictors of the Use of Assistive Devices that Address Physical Impairments Among Community-Based Frail Elders. In: *j appl gerontol* 23 (2), S. 141–155. DOI: 10.1177/0733464804265606.

Tricella Inc. (2015): Pillbox by Tricella. Online verfügbar unter http://www.tricella.com, zuletzt geprüft am 06.10.2016.

van den Boogaard, Jossy; Lyimo, Ramsey A.; Boeree, Martin J.; Kibiki, Gibson S.; Aarnoutse, Rob E. (2011): Electronic monitoring of treatment adherence and validation of alternative adherence measures in tuberculosis patients: a pilot study. In: *Bulletin of the World Health Organization* 89 (9), S. 632–639. DOI: 10.2471/BLT.11.086462.

WEALTHTAXI (o. J.): Product Description. Online verfügbar unter http://www.getiremember.com/Home/Description?Length=4, zuletzt geprüft am 06.10.2016.

Weineck, Jürgen (2004): Sportbiologie. 9. Aufl. Balingen: Spitta-Verl.

# Ehrenwörtliche Erklärung

„Ich versichere, dass ich die beiliegende Arbeit ohne Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.“

Ort, Datum Unterschrift