

## 2 Ambiente Assistenzfunktionen

### 2.1 Demografischer Wandel

Im Alter ist nicht ausschließlich ein Rückgang der physischen Fertigkeiten zu beobachten. Zusätzlich findet man bedingt durch die Tatsache, dass Menschen nicht zuletzt durch die kontinuierlich verbesserte medizinische Versorgung länger leben, eine Abnahme der kognitiven Fähigkeiten vor. Meist äußert sich diese zunächst in Form trivialer Vorkommnisse, bspw. des Verlegens der Sehhilfe, und endet u. U. auf einem krankhaften Niveau (z. B. Demenz oder Alzheimerkrankheit).

Wenn aus dem Verlegen von Gegenständen Einschränkungen des täglichen Lebens (wie Schwierigkeiten bei der Nahrungsaufnahme) erwachsen, können die betreffenden Personen häufig nicht mehr selbstständig zuhause leben. Für die meisten Menschen ist dies eine beängstigende Vorstellung. Hier setzt der Gedanke des „Ambient Assisted Living (AAL)“ ein, der im folgenden Abschnitt detailliert beschrieben wird.

Einer wachsenden Zahl von älteren Menschen steht eine immer geringere Zahl von jungen Menschen gegenüber (Im Jahre 2030 wird die Altersgruppe der unter 20-Jährigen voraussichtlich gerade einmal 17 % der Gesamtbevölkerung ausmachen. Dem gegenüber stehen die 65-Jährigen und Älteren. Dieser Altersgruppe werden nach der Vorausberechnung 29 % der Gesamtbevölkerung angehören Destatis (2011b).). Bei einem gleich bleibenden Anteil an Auszubildenden im Pflegebereich bedeutet dies zukünftig eine absolute Abnahme der Pflegekräfte. Dies ist insbesondere deshalb kritisch einzuschätzen, da der zu pflegende Anteil der Bevölkerung stetig wächst<sup>1</sup>.

Hinzu kommt, dass der Beruf des Pflegers an Attraktivität eingebüßt hat (Güttel, 2011). Dies liegt u. a. daran, dass dieser Job nicht nur körperlich sehr fordernd, sondern auch im Tagesablauf äußerst stressig ist. Möchte die Gesellschaft auch in Zukunft eine ausreichende Pflege älterer und hilfsbedürftiger Menschen gewährleisten, sollte dies als Auslöser eines Umdenkens in der Pflegewirtschaft dienen. Gefordert sind innovative Konzepte, welche Pfleger bei ihrer täglichen Arbeit unterstützen und auf diese Weise indirekt zur Erhaltung der Autonomie und Lebensqualität der Betroffenen beitragen.

Ein möglicher Lösungsansatz sieht vor, mit den bestehenden Ressourcen (Personal bzw. Arbeitszeit) effizienter umzugehen. Die bisherigen zeitlich getriebenen und statischen Arbeitspläne müssen sich hin zu bedarfsorientierten Ansätzen entwickeln. Eine effiziente Nutzung der personellen Ressourcen ist nicht nur in Zeiten knapper Pflegekassen sinnvoll. Der optimale Einsatz von Arbeitskraft ist zu allen Zeiten der erstrebenswerte Idealfall.

---

<sup>1</sup> Alter werden in der Altenpflege ([http://www.f-bb.de/fileadmin/Projekte/Projektflyer/AElter\\_werden\\_in\\_der\\_Altenpflege\\_Projektflyer.pdf](http://www.f-bb.de/fileadmin/Projekte/Projektflyer/AElter_werden_in_der_Altenpflege_Projektflyer.pdf) – Zugriffsdatum: 19.01.2013)

## 2.2 Chancen durch Ambient Assisted Living

Der Begriff AAL wurde in Deutschland erstmals 2004 durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) verwendet. AAL hat zur Aufgabe, durch eine IT-gestützte Alltagsumgebung die Gesundheits- und Pflegeversorgung zu verbessern. Im direkten persönlichen Wohnumfeld werden (nahezu) unsichtbar Sensoren installiert, die, zu einer kompletten Infrastruktur ausgebaut, eine zeitnahe Notfallerkennung und -meldung ermöglichen. Die Zielgruppe können sowohl chronisch kranke oder ältere Menschen als auch Risikopatienten sein. Darüber hinaus kann Informations- und Kommunikationstechnik (IKT), im Alter dabei helfen, soziale Kontakte zu erhalten bzw. neue aufzubauen, wobei letzterer Aspekt in dieser Arbeit nicht im Fokus steht.

Bei AAL handelt es sich also um eine noch relativ junge Forschungsrichtung, die in zweierlei Hinsicht Lösungschancen bietet: einerseits in der eigenen Häuslichkeit, indem die Autonomie des Einzelnen durch in der Umgebung befindliche Technologie im Alter erhöht wird. Dadurch können Menschen so lange wie möglich in ihren eigenen vier Wänden verbleiben. Dabei deckt sich der Wunsch des Betroffenen (BMFSFJ, 2005) mit der kostengünstigeren Variante für die Pflegekasse (vgl. Pflegegeld (BMG, 2012b) vs. Kosten für die stationäre Pflege (BMG, 2010)).

Andererseits gilt dies für die Gesundheits- und Pflegeversorgung, indem ebendiese Technologie den ambulanten Pflegedienst bei seiner Arbeit unterstützt. Durch eine nichtinvasive Abschätzung des Pflegebedarfs können die zur Verfügung stehenden Ressourcen optimal eingesetzt werden. Auf diese Weise kommen alle zu ihrem Recht (Win-win-Situation).

Laut der vom Feldafinger Kreis 2008 veröffentlichten Trendaussage 14 „Ambient Assisted Living“ – Vernetzte, digitale Umgebungen unterstützen den Menschen in allen Lebenslagen (Wahlster und Raffler, 2008) – besitzt „Human-Behavior-Modelling“ eine gute Wettbewerbsstellung bei geringer Anwendungsreife, sodass Entwicklungen in diesem Bereich einerseits noch rar, andererseits durchaus lohnend erscheinen.

Nach einer 2008 in Deutschland durchgeführten Studie wird der Altersgruppe ab 65 Jahre eine Kaufkraft in Höhe von 20.819 Euro pro Einwohner und Jahr bescheinigt (GfK, 2008). Damit steht ihnen deutlich mehr Geld zur Verfügung als den unter 40-jährigen. Von Wahlster und Raffler (2008) wird ein annähernd exponentielles Wachstum des AAL-Bereichs prognostiziert; insbesondere vor dem Hintergrund der europäischen Lissabon-Strategie<sup>2</sup>.

Röcker und Ziefle (2012) zeigen in ihrer Arbeit, dass, obwohl das Thema AAL bereits seit 10 bis 15 Jahren von wissenschaftlichem Interesse ist, aktuell sehr viele Projekte zu eben diesem Thema gefördert und bearbeitet werden. So begann die EU bereits in 2007 durch das sechste Rahmenprogramm 16 Projekte dieser Art zu fördern. 2008 wurden mit dem siebten Rahmenprogramm weitere Projekte zum Thema AAL gefördert.

In ihrer Arbeit kategorisieren Röcker und Ziefle (2012) 23 Arbeiten in vier Gruppen: (1) General Support of Elderly, (2) Medical Systems, (3) Intelligent Environments und (4) Technical Infrastructures.

Projekte, die der ersten Gruppen angehören sind: COST 219 (Design von einfach zu bedienenden Informations- und Kommunikationssystemen), VAALID (Simulationsplattform zur Entwicklung und Validierung von assistiven Diensten), INHOME (Design von Diensten, die älteren Menschen zuhause eine verbesserte Lebensqualität bieten sollen), SENTHA (Design

2 Die Lissabonner Strategie zielte darauf ab, die EU bis 2010 „zum wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissensgestützten Wirtschaftsraum der Welt zu machen.“ (Quelle: Wikipedia-Artikel zu Lissabon-Strategie, 2013)

von alltäglichen Technologien für ältere Benutzer), ALADIN (kontextsensitive Beleuchtungslösungen für ältere Menschen) und SOPRANO (technische Infrastruktur, um ein unabhängiges Leben zuhause zu ermöglichen).

In der zweiten Gruppe (Medical Systems) befinden sich die folgenden Projekte: PROSAFE (leichtgewichtige Sensoren zur kontinuierlichen Erfassung von Aktivitätsdaten bei Alzheimerpatienten), PHMon (Entwicklung eines personalisierten Gesundheitsmonitoring-Systems zur Messung von verschiedenen physiologischen Parametern), CONTAIN (Integration von Kommunikations-, Sensor- und Aktortechnologien in Kleidungsstücke, um Vital- und Umgebungsparameter ermitteln zu können), NUTRIWEAR (mobiles Monitoringsystem zur Erfassung von Vitalparametern), MyHeart (personalisiertes und einfach zu bedienendes Assistenzsystem zur Begleitung eines gesünderen Lebensstils), WEALTHY (intelligente Textilien für die persönliche Gesundheitspflege) und PerCoMed (Untersuchungen zu Chancen und Risiken bei der Nutzung von pervasiven Datenverarbeitungstechnologien im Anwendungsfeld der Gesundheitspflege sowie Treiber und Hürden von Innovation und Durchdringung dieser Systeme).

Die dritte Gruppe (Intelligent Environments) umfasst nach Röcker und Ziefle (2012) folgende Projekte: NETCARTY (vernetztes Multisensorsystem für ältere Menschen, um Gesundheitspflege, Schutz und Sicherheit in häuslicher Umgebung sicherzustellen), interLiving (Erhebung des Bedarfs von verschiedenartigen Familien in Bezug auf das Design von zukünftigen häuslichen Systemen), BelAmI (Entwicklung von innovativen Technologien und Systemen im Bereich von Ambient Intelligence; im Speziellen Fragestellungen zu mobiler Kommunikation, Mensch-Maschine-Interaktion, Mikroelektronik und Softwareentwicklung), SmartHome (Entwicklung von intelligenten digitalen Geräten zur Verbesserung der Lebensqualität im häuslichen Umfeld) und Hospital Without Walls (Entdeckung neuer Möglichkeiten zur Langzeitüberwachung im häuslichen Umfeld mit der Spezialisierung auf ein Sturzerkennungssystem).

In der letzten Gruppe (Technical Infrastructure) listen Röcker und Ziefle (2012) folgende Arbeiten auf: TOPCARE (Entwicklung verschiedenartiger Geräte und Kommunikationssysteme, die als technische Infrastruktur für kooperative Gesundheitsdienste im häuslichen Umfeld genutzt werden können), PERSONA (Middleware-Framework für AAL-Lösungen, siehe auch Seite 45), AMIGO (offene, standardisierte und interoperable Middleware sowie Benutzerdienste, die im wesentlichen durch prototypische Anwendungen demonstriert werden), SENSATION (Entwicklung verschiedenartiger Typen von Sensoren, die ein unaufdringliches und kosteneffizientes Echtzeitmonitoring bieten sollen, mit dem Ziel, physiologische Zustände von Patienten besser erkennen und vorhersagen zu können) und schließlich SHARE-it (Entwicklung von skalierbaren und adaptiven Systemen als Erweiterung zu Sensoren und assistiven Technologien).

Jeschke (2013) gibt im „Demografie-Atlas“ einen ausgezeichneten Überblick über alle in Deutschland erarbeiteten Konzepte, angebotenen Produkte und Dienstleistungen sowie aktive und abgeschlossene Forschungsvorhaben rund um den demografischen Wandel. Dabei werden insbesondere die durch den demografischen Wandel entstehenden Chancen für die deutsche Wirtschaft hervorgehoben.

Im ersten Abschnitt werden 29 demografiesensible Dienstleistungen und Geschäftsmodelle vorgestellt. Darauf folgen fünf intergenerationelle Kompetenz- und Qualifizierungsprogramme. Anschließend werden sieben technische Lösungen für den Arbeitsplatz der Zukunft zusammengetragen. An einer dieser technischen Lösungen für den Arbeitsplatz der Zukunft (ProDoku) hat das Fraunhofer-Institut für mikroelektronische Schaltungen und Systeme (IMS) aus Duisburg mitgewirkt. Weitere 27 Konzepte zum demografieorientierten Personal- und Or-

ganisationsmanagement folgen. Dem reihen sich neun alternsgerechte Konzepte zu Gesundheit und Arbeitsfähigkeit an. Das Buch schließt mit dem Abschnitt zu Integration und sozialer Partizipation. Dort werden insgesamt 24 Projekte vorgestellt. Eines davon (Wohngemeinschaft für Menschen mit Demenz) ist aus der direkten Zusammenarbeit zwischen dem Sozialwerk St. Georg und dem IMS hervorgegangen.

Dass die Entwicklung von technischen Systemen zur assistierten Pflege weiterhin und aktuell ein wichtiges Thema ist, lässt sich bspw. an dem BMBF-Förderschwerpunkt „Assistierte Pflege von morgen“ (BMBF, 2014) ablesen. Angetrieben durch die Forschungsagenda der Bundesregierung werden 12 Projekte mit insgesamt 17 Millionen Euro gefördert. Die Projekte lassen sich grob in zwei Kategorien einteilen: (1) Systeme, die vor allem die Informationsflüsse optimieren, und (2) solche, die mittels Sensoren/Aktoren Daten aus der Umgebung und/oder direkt am Patienten einsetzen, um neuartige Assistenten zu entwickeln.

Das „AALADIN“-Projekt fällt eindeutig in die zweite Kategorie. Es soll ein System entwickelt werden, welches einerseits Notfallsituationen wie Stürze erkennen kann und andererseits mittels Spracherkennung den Aufwand bei der Pflegedokumentation verringert.

Im „Bea@Home“-Projekt will man die häusliche Pflege von langzeitbeatmeten Patienten technisch absichern. Durch ein neues Versorgungs- und Pflegekonzept soll die gesamte Versorgungskette abgedeckt werden. Mittels anschließender Wirksamkeitsuntersuchung soll die modulare Lösung aus telemedizinischen Daten und bedarfsgerechten Dienstleistungen evaluiert werden. Das Projekt fällt also eher in die erste Kategorie.

Ein charakteristischer Vertreter der zweiten Kategorie ist hingen das Projekt „CareJack“. Mit Hilfe einer intelligenten Oberkörperorthese sollen Pflegekräfte bei der Ausübung ihrer körperlich anstrengenden Tätigkeiten unterstützt werden. Zudem bietet die Orthese die Möglichkeit die Bewegungsabläufe optimal zu erlernen.

Ziel des „Cicely“-Projekts ist es, die sektorenübergreifende Versorgung schwerstkranker Patienten bei gleichzeitiger Entlastung der pflegenden Angehörigen sowie der professionellen Pfleger sicherzustellen. Damit stellt dieses Projekt einen weiteren Vertreter der ersten Kategorie dar.

Auch das Projekt „CommuniCare“ lässt sich in diese Kategorie einordnen. Das quartiersbezogene Vernetzungskonzept bringt vor allem im ländlichen Raum Pflegekräfte, ehrenamtliche Helfer, Ärzte und Krankenhäuser zusammen, damit sie gemeinsam das Optimum für den Patienten erreichen können. Das regionale Community-Portal soll um eine elektronische Pflegeakte ergänzt werden.

Mit „Dynasens“ wird ein Projekt aus der zweiten Kategorie gefördert. Sensorische Arbeitskleidung für Pflegekräfte in Kombination mit einer dynamischen Personaleinsatz- und Tourenplanung soll die Beteiligten bei der Ausübung ihrer Arbeit entlasten. Die entwickelte Ausrüstung bietet zudem die Möglichkeit, für präventive Trainings- und Schulungsprogramme einsetzbar zu sein. Eine weitere Entlastung soll aus der Identifizierung von Bewegungsmustern zur automatischen Pflegedokumentation resultieren.

Eine intelligente und adaptive Matratze, welche die Liegeposition des Patienten erkennt, wird im „INSYDE“-Projekt entwickelt. Zur Verhinderung von Dekubitus schlägt das System automatisch eine andere, entlastende Position vor. Sollte diese durch einen Pfleger oder Angehörigen bestätigt werden, so nimmt die Matratze selbstständig mittels Aktoren die Veränderung vor. Damit ist das Projekt eindeutig der zweiten Kategorie zuzuordnen.

Im Projekt „KoopAS“ soll die Vernetzung zwischen professionellen Leistungserbringern, pflegenden Angehörigen und dem sozialen Umfeld technisch unterstützt werden. Ergänzt wird das Entwicklungsziel durch Weiterbildungsmodule für Quartiersmanager, mit denen der Umgang mit den IT-gestützten Assistenzsystemen besser vermittelt werden soll. Folglich handelt es sich hierbei zweifelsfrei um einen Vertreter der ersten Kategorie.

Der „Neuro Care Trainer“ bildet das wesentliche Ziel im „Neuro Care“-Projekt. Als Vertreter der ersten Kategorie stellt dieser ein ganzheitliches Assistenzsystem zur Erstdiagnose, Datenerhebung, Screening, Pflegedokumentation und zur Fortschrittskontrolle von kognitiv beeinträchtigten Senioren dar. Diese können mit einem mobilen Multifunktionsgerät ihre geistigen Fähigkeiten trainieren.

Eine interessante Kombination aus erster und zweiter Kategorie wird unter dem Namen „PATRONUS“ entwickelt. Der sogenannte „Bedarfsanalysator“ verknüpft das soziale Versorgungsnetzwerk (erste Kategorie) mit einem technischen System (zweite Kategorie). Hierzu wird die Wohnung des Patienten bedarfsgerecht mit Sensoren zur Aktivitäts- und Sturzerkennung ausgestattet. Dabei findet die Integration der Sensoren mittels adaptiver Systemplattform statt. Man erkennt auch unweigerlich die Nähe zur eigenen Arbeit.

Wie der Projektname „SensOdor“ bereits vermuten lässt, soll ein spezielles Sensorsystem (zweite Kategorie) zur Geruchserkennung entwickelt werden. Im Vordergrund stehen dabei Gerüche die durch Harn- und Stuhlinkontinenz hervorgerufen werden. Das hybride Systemkonzept besteht aus einem mobilen Gerät, welches der Patient (nichtinvasiv) bei sich trägt und einem stationären Teil, der Angehörige bzw. Pflegekräfte entsprechend informiert.

Das letzte Projekt aus dem BMBF-Förderschwerpunkt „Assistierte Pflege von morgen“ nennt sich „TABLU“. Als Vertreter der ersten Kategorie haben sich die beteiligten Projektpartner der Entwicklung einer offenen und erweiterbaren Pflege-Assistenz-Plattform verschrieben. Über einen Tablet-PC können aus einer Pflege-Mediathek aus Lernvideos Ad-hoc-Unterstützungsleistungen angeboten werden. Zudem bietet die Plattform die sofortige Kontaktaufnahme mit dem Pflegedienst mittels Bildtelefonie.

Das OFFIS Institut hat 2003 mit dem „IDEAAL“-Leitbild<sup>3</sup> begonnen wichtige Fragen in Bezug auf den demografischen Wandel zu beantworten. Im sogenannten „Schlaun Haus“ in Oldenburg werden technische Assistenzsysteme für die alternden Gesellschaft erprobt.

2005 wurde dann eines der ersten europäischen Wohnlabore – die IDEAAL-Wohnung – eröffnet. Darin lassen sich neue Bedarfe identifizieren, neue technische Lösungen erarbeiten und diese schließlich auf Machbarkeit und Akzeptanz hin untersuchen.

Das europäische Projekt „PERceptive Spaces prOmoting iNdependent Aging within dynamic ad-hoc Device Ensembles (PERSONA)“<sup>4</sup> hat sich zum Ziel gesetzt älteren Menschen bei täglichen Tätigkeiten wie bspw. Kochen oder Einkaufen zu unterstützen. Dabei wird eine intelligente Middleware eingesetzt, die mit der in dieser Arbeit verwendeten Middleware vergleichbar ist. Ein wesentlicher Unterschied tritt bei der Verwendung von Videoüberwachungsdaten auf. Entgegen der eigenen Arbeit nutzt das PERSONA-Projekt Bildmaterial einer Videoüberwachungsanlage zur Erkennung von Objekten.

3 IDEAAL: Innovativ, Durchdacht, Einfach. Ambient Assisted Living (<http://www.ideaal.de/> – Zugriffsdatum: 15.09.2014)

4 (<http://www.aal.fraunhofer.de/projects/persona.html> – Zugriffsdatum: 15.09.2014)

Das „REMOTE“-Projekt<sup>5</sup> wurde ebenfalls auf europäischer Ebene gefördert. Bezüglich der Ziele des Projekts weist es viele Ähnlichkeiten zur eigenen Arbeit auf. Mittels installierter Sensoren sollen Kontext- und Verhaltensinformationen sowie Daten über den aktuellen Gesundheitszustand des Patienten in Echtzeit gesammelt werden. Dabei verzichtet man nicht auf den Einsatz von am Körper getragenen Sensoren. Gleichwohl geht es um die Unterstützung von professionellen Pflegekräften.

Pflegebedarf soll automatisch erkannt und Pflegekräfte sollen darüber informiert werden. Gesundheitliche Risiken und Notfallsituationen sollen proaktiv detektiert werden. Ein entfernter Zugriff auf die gesammelten Daten ist vor allem für die ländlichen Regionen entscheidend. Als Basis wurde ein Ontologie-basierter Ansatz gewählt. Insgesamt waren 15 Projektpartner beteiligt.

### 2.3 Context-Awareness in Pervasive Systems

Damit ein technisches System dem Pfleger zielgenau und situationsabhängig Unterstützung anbieten kann, ist es essenziell, den Kontext, in dem sich Lisa (vgl. Kapitel 1.2) aktuell befindet, zu bestimmen. Kontext soll in diesem Zusammenhang nach Schilit u. a. (1994), Pascoe (1998) und schließlich Dey (2000) verstanden werden als die Beantwortung folgender vier Fragen:

- Wann? (Frage nach der Ausführungszeit),
- Wer? (Frage nach der Bezugsperson, die im Mittelpunkt des Systeminteresses steht),
- Wo? (Frage nach dem Aufenthaltsort der Bezugsperson während der Ausführung) und
- Was? (Frage nach der ausgeführten Aktivität).

Zusätzlich zu den in den oben genannten Arbeiten enthaltenen Definitionen von Kontext existieren weitreichendere Begriffsbestimmungen, die bspw. auch familiäre, soziale und/oder gesellschaftliche Aspekte einbeziehen. Für den vorliegenden Fall ist eine operative Definition des Kontextes, die sich am ehesten an der von Dey (2000) orientiert, ausreichend. Die Reihenfolge, in der die Fragen gelistet sind, entspricht der Chronologie ihrer Beantwortung durch IKT-Systeme.

#### 2.3.1 Temporale Einordnung

Die relative Messung der Zeit durch IKT-Systeme wurde erstmals 1984 durch Einführung der „Real-time Clock (RTC)“ im PC/AT von IBM in Serie realisiert. Fortan wurden sämtliche Computer mit Echtzeituhren ausgestattet, wodurch der Anwendungsentwickler ständig die aktuelle Systemzeit – einschließlich Sekunden, Minuten, Tagesstunden, Wochentag, Datum, Monat und Jahr (Motorola, 1984) – abrufen konnte.

Durch eine elektronisch weiterverarbeitbare Zeitangabe ist man in der Lage, zu entscheiden, ob sich eine Aktivität *A* vor oder nach einer Aktivität *B* ereignet hat. Mit Ausnahme von atomaren Aktivitäten (mit einer infinitesimal kurzen Ausführungsdauer) kann man sogar feststellen,

<sup>5</sup> (<http://www.aal-europe.eu/projects/remote/> – Zugriffsdatum: 15.09.2014)

ob sich die Aktivitäten *A* und *B* gleichzeitig ereignet haben. Bei den zu erfassenden Aktivitäten ist davon auszugehen, dass stets eine messbare Ausführungsdauer vorliegt.

Eine Aktivität kann somit in einer von drei möglichen temporalen Relationen zu einer anderen stehen: Sie kann sich vor, während (bzw. gleichzeitig) oder nach einer anderen ereignen. Damit lässt sich die Frage nach dem „Wann“ in einer für die Anwendung annehmbaren Weise beantworten.

Die temporale Einordnung kann auf unterschiedlichen Skalen betrachtet werden. Im Kleinen (Minutenbereich) ist es aus hygienischer Sicht z. B. wichtig, dass das Händewaschen nach dem Toilettengang erfolgt und nicht (ausschließlich) davor. Im größeren Rahmen (Stundenbereich) mögen sich z. B. die Aktivitäten der Essenzubereitung am Morgen und am Abend ähneln, dennoch spricht man im ersten Fall normalerweise vom Frühstück, im letzteren vom Abendbrot.

Verlässt man bei der Betrachtung die Grenzen eines Tages (24 Stunden), so sind bspw. auch wöchentlich, monatlich bzw. jährlich wiederkehrende Ereignisse interessant. Entsprechende Änderungen im Verhalten können Aufschluss über den Zustand der betreffenden Person geben. Wie hat sich z. B. der Zeitpunkt des Frühstückens gegenüber dem gleichen Wochentag der Vorwoche verändert? Selbst wenn diese Information isoliert betrachtet auf keine eindeutige Veränderung bzw. Krankheit schließen lässt, so kann diese dennoch als Indikator nützlich sein, um Lisa daraufhin genauer zu beobachten – mit dem Ziel, den Grad ihrer Selbstständigkeit besser einzuschätzen.

### 2.3.2 Identifizierung

Die Identifizierung klärt in diesem Zusammenhang die Frage nach dem „Wer“. Das Unterscheiden von verschiedenen Personen, die sich gleichzeitig in einem Haushalt aufhalten, ist von großer Bedeutung, damit Assistenzfunktionen personalisiert (d. h. am Benutzerprofil orientiert) arbeiten können. Hintergrund dieser Aussage ist, dass kein Mensch einem anderen in allen Gewohnheiten, Vorlieben und Fähigkeiten gleicht. Jeder Mensch besitzt ein charakteristisches individuelles Verhalten.

Sofern der betreffende Haushalt von nur einer Person bewohnt wird (wie in Lisas Fall) und keine Besucher bzw. Pflegekräfte vor Ort sind (eine dezidierte Verhaltensanalyse ist dann ohnehin schwierig), ist die Identifizierung trivial.

Implizit stellt jede Identifizierung ebenfalls eine Lokalisierung dar, vorausgesetzt, der (meist statische) Installationsort des Lesegeräts ist dem System bekannt.

Die Frage nach der Identität („Wer?“) lässt sich auf unterschiedlichste Art beantworten. Bei allen Verfahren läuft dies auf einen eindeutigen Schlüssel (z. B. eine Zahl oder Zeichenkette) hinaus. Die Unterscheidung findet über die zum Auslesen dieses Schlüssels verwendete Technologie statt. So werden Barcodes bzw. Data-Matrix-Codes mithilfe von Licht ausgelesen. Ihr Pendant unter Verwendung von elektromagnetischen Feldern stellen z. B. Radio-Frequency-Identification-Systeme (RFID-Systeme) dar. Neben den genannten Möglichkeiten gibt es eine Vielzahl von weiteren Ansätzen zur Identifizierung.

Eine Identifizierung kann allerdings auch weitaus weniger technisch vorgenommen werden. Angenommen, in einem Zwei-Personen-Haushalt sind beide Betten mit Belegungssensoren ausgestattet bzw. die Personen schlafen in unterschiedlichen Räumen (jeweils mit Präsenzmeldern ausgestattet). Bedingt durch die Angewohnheit des Menschen, stets dasselbe Bett aufzusuchen, lässt sich, ohne dass die Personen einen eindeutigen Schlüssel bei sich tragen müssen,

mit hoher Wahrscheinlichkeit erkennen, um welche Person es sich bei einer Aktivität handelt, wenn die andere Person zeitgleich im Bett liegt. Dies kann bspw. besonders dann interessant sein, wenn eine der beiden Personen einen schlechten Schlaf hat und des Nachts häufig umherwandert.

### 2.3.3 Lokalisierung

Bei der Lokalisierung wird die Frage nach dem „Wo“ beantwortet. Unter Lokalisierung wird im Folgenden das Bestimmen bzw. eine möglichst genaue Eingrenzung des jeweils aktuellen Aufenthaltsortes des Bewohners bzw. Nutzers verstanden.

Es existieren verschiedene Prinzipien der Lokalisierung:

- Messung von Abständen (zu bekannten Referenzpunkten),
- Messung von Winkeln bzw. ausgehenden Achsen (zu bekannten Referenzpunkten), wie in (Niculescu und Badrinath, 2003),
- kombinierte Messungen (Abstand und Winkel),
- Näherung (Koordinaten eines Referenzpunktes als eigenen Standort annehmen, vgl. Ortung von Mobilfunkgeräten anhand der Zellen, an denen sie jeweils angemeldet sind) und
- Szenenanalyse (Fusion von unterschiedlichen Daten mit anschließender Ableitung der Position) unter Anwendung von unterschiedlichen Algorithmen sowie bekannten Positionen und Abständen
  - Beispiel für das Prinzip der Szenenanalyse: Trägheitsnavigationssystem (inertiales Navigationssystem) ausgehend von bekannten Referenzpunkten (Baken).

Der Aufenthaltsort einer Person schränkt häufig die aktuell ausgeführte Tätigkeit ein, die unterstützungsbedürftig sein könnte. In der Regel ist bspw. nicht in jedem Raum einer Wohnung eine Wasserentnahmestelle vorhanden. Hält sich die Person aktuell in einem Raum auf, der keine Wasserentnahme ermöglicht, kommen somit (ohne vorherigen Standortwechsel in einen anderen Raum) vorwiegend Aktivitäten in Frage, die kein Wasser benötigen.

Zur Lokalisierung kommen sowohl identifizierende wie auch anonyme Verfahren zum Einsatz. Sofern der genaue Standort eines Lesegeräts zur Identifizierung bekannt respektive konfiguriert ist, findet neben der reinen Identifizierung eine Lokalisierung (basierend auf dem Näherungsverfahren) statt.

Bei der anonymen Lokalisierung findet die Berechnung des momentanen Aufenthaltsortes eben nicht durch das Lokalisierungssystem selbst, sondern die zu ortende Instanz statt. Bekanntestes Beispiel hierfür ist das „Global Positioning-System (GPS)“. Das im Orbit befindliche Netz von Satelliten, die GPS ermöglichen, kennt die Standorte der Empfänger auf der Erde nicht. Der Standort wird separat von jedem einzelnen Empfänger berechnet und, sofern er nicht über einen Kommunikationskanal nach außen transportiert wird, verbleibt er auch ausschließlich dort. Auch hier sei darauf hingewiesen, dass es viele weitere Formen der Lokalisierung gibt, siehe hierzu (Hightower und Borriello, 2001).



Je nach Anwendung muss die Lokalisierung nicht die Abbildung auf einen eindeutigen Punkt in der Fläche oder dem Raum darstellen, wie dies z. B. mit spezifischer Ungenauigkeit je nach Methode bei GPS der Fall ist. Zusätzlich zu der sogenannten absoluten Positionierung existiert die relative Positionierung. Sofern eine der beteiligten Stationen bzw. einer der Knoten über die Kenntnis ihres bzw. seines absoluten Standorts verfügt, lässt sich aus der relativen Positionierung zu ebendieser Station bzw. ebendiesem Knoten die absolute eigene Position ermitteln.

Ebenfalls in Abhängigkeit von der Anwendung genügt u.U. auch eine symbolische Lokalisierung. Dabei vergibt man Bezeichnungen für relevante Bereiche, die über eine mehr oder weniger genau spezifizierte Ausdehnung verfügen (z. B. der Eingangsbereich der Wohnung). Hält sich eine Person aktuell in einem dieser Räume auf, wird ihr Standort durch den Namen des Aufenthaltsbereichs ausgedrückt. Bei dieser Methode verzichtet man auf eine formale Angabe in Form von Ungleichungen für die Ortskoordinaten.

Im Folgenden werden einige Arbeiten beschrieben, die eine Beschleunigungssensorik einsetzen, um Personen durch ein inertiales Navigationssystem zu lokalisieren. Dabei spiegeln die Arbeiten den Stand der Literatur bei Planung des Projekts wider. Tabelle 2.1 zeigt eine Übersicht über die im Anschluss detailliert beschriebenen Systeme.

Tabelle 2.1: Beschleunigungssensorik zur Lokalisierung (Quelle: eigene Darstellung)

Titel der Arbeit	verfolgtes Ziel	Publikation
“Personal Position Measurement Using Dead Reckoning”	schrittbasierte Koppelnavigation als Ergänzung zur GPS-Lokalisierung im Außenbereich	(Randell u. a., 2003)
“Personal Dead Reckoning with Accelerometers”	schrittbasierte Koppelnavigation unterstützt durch Informationen von Infrastrukturen (z. B. GPS)	(Dippold, 2006)
“Non-GPS Navigation with the Personal Dead-Reckoning System”	vollständig autarke schrittbasierte Koppelnavigation mit selbstständiger Rekalibrierung	(Ojeda und Borenstein, 2008)
“An Innovative Shoe-Mounted Pedestrian Navigation System”	Vergleich von GPS und am Körper getragenen Sensoren mit am Schuh getragenen Sensoren zur Ortung	(Stirling u. a., 2003)
“Development of a Accelerometer Module for Improvement of the Positioning in a Localization Systems”	inertiales Navigationssystem als Ergänzung zu zellbasierten Systemen	(Lessner, 2008)
“An Introduction to Inertial Navigation”	Untersuchung von Fehlercharakteristika von inertialen Navigationssystemen	(Woodman, 2007)
“Inertial and Magnetic Sensing of Human Motion”	Bestimmung der Körperhaltung durch Messung der Stellung einzelner Gliedmaße	(Roetenberg, 2006)

Randell u. a. (2003) gehen in ihrer Arbeit das Problem der GPS-Schwächung bzw. des -Verlusts in Städten an. Das von ihnen entwickelte System soll GPS im Außenbereich unterstützen, um eine höhere Lokalisierungsgenauigkeit zu erzielen.

Schwerpunkt ihrer Arbeit ist eine Sensorevaluierung bzgl. der Richtungs- und Bewegungserkennung. Als Richtungssensoren werden ein Gyroskop (Silicon Sensing Systems CRS-03), ein 2-Achsen-Kompass (Precision Navigation Vector 2X) und ein 3-Achsen-Kompass (Honeywell HMR3300) eingesetzt. Zur Bestimmung der Bewegung werden ein Schrittmesser (keine Angabe zum Typ) und verschiedene Beschleunigungssensor-Konfigurationen (keine Angabe zum Typ) miteinander verglichen.

Es stellt sich heraus, dass 2-Achsen-Kompass stark durch Neigung und Rollbewegung beeinflusst werden. Diese Beeinflussung lässt sich bei ihren 3-achsigen Pendants nicht feststellen. Das Gyroskop weist Schwächen beim vollständigen Looping auf. Beim direkten Vergleich der Signale lieferten die Kompass verrauschte Signale, wohingegen das Gyroskop ein relativ glattes Signal liefert.

Anstelle der klassischen zweifachen Integration der Beschleunigungswerte zur Berechnung der zurückgelegten Wegstrecke wählten Randell u. a. (2003) einen Ansatz, der auf der Detektion der menschlichen Schritte beruht. Dieser sei in geringerem Maße von dem verrauschten Signal des Beschleunigungssensors abhängig, als dies bei der klassischen Methode der Fall ist.

Bevor die Schrittcharakteristika aus dem Signal des Beschleunigungssensors extrahiert werden, sorgt ein Filter aus zwei gleitenden Mittelwerten für die Eliminierung von Ausreißern und die anschließende Glättung des Signals. Wesentliche Merkmale der schrittweisen Fortbewegung sind der Zeitpunkt, zu dem sich ein Schritt ereignet hat, und die Schrittlänge. Während der Standphase wird keine zusätzliche Beschleunigung auf den Sensor ausgeübt. Im Signal zeichnet sich ein Plateau ab. Die maximale Beschleunigung während eines Schrittes bildet einen Indikator für die Schrittlänge.

In Bezug auf die Auswertung der inertialen Sensorik verfolgt Dippold (2006) einen ähnlichen Ansatz. Argumentiert wird damit, dass die reine Beschleunigung von der Erdanziehung und dem Sensorrauschen (Sensortyp: XSens MTx) überlagert wird. Unter Ausnutzung der biomechanischen Eigenschaften des menschlichen Gangs werden die Schrittrichtung und -länge sowie die Orientierung des Körpers bestimmt. Das charakteristische Attribut stellt dabei die maximale Beschleunigung in vertikaler Richtung dar.

Zur automatischen Rekalibrierung und Berechnung der Schrittlänge werden bekannte Positionen von Infrastrukturen herangezogen (z. B. GPS, in diesem Fall schränkt dies allerdings die Anwendung auf den Außenbereich ein). Die Fusion dieser Daten mit der Koppelnavigation erfolgt mittels eines Partikelfilter.

Die Schritterkennung zeigt Schwächen bei Steigung und Gefälle im Gelände. Der implementierte Partikelfilter verhindert zuverlässig ein Driftverhalten, ist aber nicht in der Lage, den eigentlichen Streckenverlauf zu korrigieren.

Ojeda und Borenstein (2008) stellen in ihrer Arbeit einen Ansatz vor, der vollkommen autark die Position des Trägers der Apparatur relativ zu dessen Ausgangspunkt bestimmen soll, bspw. dann, wenn kein GPS-Signal zur Verfügung steht. In ihrer Ausarbeitung belegen die Autoren die Anwendbarkeit sowohl für den Innen- als auch den Außenbereich.

Das bekannte Problem, welches durch das Driften der Sensordaten (Sensortyp: Atlantic Inertial Systems SiIMU 02) hervorgerufen und durch zweifache Integration verstärkt wird, lösen sie

Technisch unterstützte Pflege von morgen  
Innovative Aktivitätserkennung und  
Verhaltensermittlung durch ambiente Sensorik  
Munstermann, M.

2015, XXI, 304 S. 74 Abb., 4 Abb. in Farbe., Softcover  
ISBN: 978-3-658-09796-7