

# Kritische Analyse der Einsatzgebiete von Ambient Intelligence in Krankenhäusern

Markus Bick, Tyge-F. Kummer, Wiebke Rössig

Wirtschaftsinformatik  
ESCP-EAP Europäische Wirtschaftshochschule Berlin  
Heubnerweg 6  
14059 Berlin  
{markus.bick|tyge.kummer|wiebke.roessig}@escp-eap.de

**Abstract:** Ambiente Technologien können auf vielfältige Weise die Prozesse in Krankenhäusern unterstützen und dadurch sowohl die Effizienz als auch die Effektivität der Behandlung erhöhen. Innerhalb des vorliegenden Beitrags werden die verschiedenen Nutzungspotentiale von Ambient Intelligence in Krankenhäusern untersucht. Den in der Literatur vorherrschenden Anwendungsszenarien werden die Ergebnisse einer qualitativen Studie gegenübergestellt, die mit dem Personal von drei chirurgischen Kliniken im Rahmen des Forschungsprojekts AIMED (*Ambient Intelligence in Medical Environment and Devices*)<sup>1</sup> durchgeführt wurde. Der Beitrag gibt Aufschluss darüber, welche Bedürfnisse nach technologischer Unterstützung seitens der Befragten bestehen und analysiert, inwieweit ambiente Technologien hierbei einen Beitrag leisten können.

## 1 Einleitung

Medizinische Behandlungen in Krankenhäusern sind Dienstleistungen, die sich durch erhebliche Qualitätsanforderungen auszeichnen. Der sich in diesem Bereich kontinuierlich verstärkende Kostendruck führt zwangsläufig zu einem sparsamen Einsatz von Ressourcen. Konsequenterweise stehen deutsche Krankenhäuser vor der Herausforderung, Kosten zu senken ohne die Qualität der medizinischen Versorgung zu gefährden. Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien können einen Beitrag leisten, diese Herausforderung zu bewältigen. Im Vordergrund stehen hierbei insbesondere die Fortschritte im Bereich der Mikrosystemtechnik sowie die damit verbundenen Konzepte, wie beispielsweise *Ambient Intelligence*. Ambient Intelligence (AmI) bezeichnet das Zusammenwirken vernetzter Geräte (Devices) mit ihrer Umgebung, wobei insbesondere der Nutzen für den Menschen im Vordergrund steht [WRA05]. In der Literatur lassen sich vielfältige Anwendungsgebiete identifizieren, in denen ambiente Technologien die komplexen Prozesse in Krankenhäusern unterstützen und dabei zu Einsparungen führen können. Dennoch scheint es, als blieben viele dieser Möglichkeiten in Deutschland ungenutzt, da kaum Erfahrungen zur Umsetzung korrespondierender Szenarien publiziert wurden.

Daher ist es Ziel des vorliegenden Beitrags, diese Szenarien den Einschätzungen potentieller Nutzer in chirurgischen Fachabteilungen gegenüberzustellen. In einer kritischen

---

<sup>1</sup> AIMED ist ein Förderprojekt der TSB Technologiestiftung Innovationszentrum Berlin: IK 6 398 – AIMED.

Analyse werden dabei Einsatzgebiete herausgearbeitet, in denen ambiante Technologien Unterstützung bieten können und aus Sicht der Befragten die Effizienz bzw. die Effektivität der Behandlung erhöhen.

Der Beitrag beginnt mit einer Abgrenzung der verwendeten Begriffe und des Gegenstandsbereichs. Anschließend wird ein Überblick über den derzeitigen Stand der Forschung gegeben, wobei die Nutzenpotentiale von AmI-Anwendungen im Vordergrund stehen. Darauf aufbauend beschreiben wir den Untersuchungsgegenstand, das verwendete Forschungsdesign sowie die Methodik der Datenerhebung und Datenauswertung. Im Anschluss werden die Ergebnisse vorgestellt, die in einem weiteren Schritt analysiert und diskutiert werden. Ein Ausblick auf weitere Forschungsfragen schließt den Beitrag ab.

## 2 Ambient Intelligence im Krankenhausumfeld

Bei der Definition von Ambient Intelligence folgen wir in diesem Beitrag [Bi07]. Danach umfassen ambiante Technologien sämtliche Informations- und Kommunikationstechnologien, die selbstständig Informationen erfassen und verwerten können, um den Nutzer aus der Umwelt heraus aktiv zu unterstützen. Voraussetzung für den effizienten Einsatz ambienter Technologien stellen dabei mobile Geräte sowie ein hoher Vernetzungsgrad der verwendeten Systeme dar. Somit folgen wir dem ursprünglichen – von der European Union’s Information Society Technologies Programm Advisory Group (ISTAG) eingeführten – Begriff der Ambient Intelligence. Dabei stehen keine konkreten technischen Umsetzungen im Zentrum der Analyse, sondern generelle Probleme und damit verbundene Nutzungspotentiale [Is03]. Verwandte Begriffe sind das so genannte *Pervasive Computing* oder das *Ubiquitous Computing*. Diese werden in der Literatur ebenso häufig und meist synonym verwendet, sind jedoch ebenfalls uneinheitlich definiert (vgl. [Kr05; FH06]).

Im Rahmen einer Vorstudie wurden von uns im Arbeitsumfeld Krankenhaus drei Bereiche identifiziert, in denen Ambient Intelligence eingesetzt werden kann [BK07]:

- *Medizinische Geräte*
- *Telemedizin*
- *Generelle Prozessunterstützung*

Innerhalb des vorliegenden Beitrags fokussieren wir auf die *generelle Prozessunterstützung*. Dabei werden Teilgebiete der Telemedizin miteinbezogen, wenn sich diese sinnvoll in eine Krankenhausumgebung integrieren. Medizintechnische Geräte hingegen werden nicht näher betrachtet, da diese wegen ihrer hohen Spezialisierung auf bestimmte Krankheiten besser im Rahmen klinischer Studien bewertet werden können.

Bedingt durch die Vielzahl an Tätigkeiten, die innerhalb des gewählten Fokus *generelle Prozessunterstützung* abgedeckt werden, konzentrieren wir uns in dem vorliegenden Beitrag zudem ausschließlich auf Prozesse innerhalb chirurgischer Kliniken. Diese Auswahl gründet auf zwei Kriterien: Einerseits zeichnen diese Kliniken für einen erheblichen Anteil der Kosten eines Krankenhauses verantwortlich. Andererseits sind die korrespondierenden Prozesse aufgrund einer Vielzahl von Regelungen mehr oder minder standardisiert und dadurch auf andere Krankenhäuser übertragbar.

### 3 Stand der Forschung

Es werden zahlreiche Beispiele aufgeführt, wie ambiante Technologien im Arbeitsumfeld Krankenhaus unterstützend eingesetzt werden können. Fraglich ist jedoch, inwieweit diese Einsatzgebiete auch die Bedürfnisse der Anwender in den chirurgischen Kliniken widerspiegeln [BK07]. Dementsprechend werden zunächst die in der Literatur thematisierten Einsatzgebiete vorgestellt (Tabelle 1), um diese anschließend den Ergebnissen der qualitativen Erhebung gegenüberzustellen.

AmI-Anwendung	Ziel
Patientenidentifikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behandlungssicherheit</li> <li>• Datenzugriff</li> </ul>
Patientenmonitoring	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patientensicherheit</li> <li>• Behandlungskomfort</li> </ul>
Authentifikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheit</li> <li>• Zeitersparnis</li> </ul>
Adaptive Logistik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effizienz</li> <li>• Zeitersparnis</li> </ul>
Lokalisierung von Objekten und Personen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patientensicherheit</li> <li>• Zeitersparnis</li> </ul>

Tabelle 1: AmI-Anwendungen in Krankenhäusern in Anlehnung an [BK07]

Die *Patientenidentifikation* zielt sowohl auf eine Verbesserung des Datenzugriffs, als auch auf die Vermeidung von Fehlbehandlungen ab. Über Sensoren (z. B. Radio Frequency Identification – RFID) am Patienten wird dessen Identität festgestellt. Dadurch kann der Zugriff mobiler Geräte auf die Patientendaten unterstützt werden, in dessen Folge sowohl Fehler in der Medikation als auch beim operativen Eingriff (z. B. durch Verwechslungen) vermieden werden (vgl. [MR07]).

Dagegen werden beim *Patientenmonitoring* Informationen (z. B. Vitaldaten) mittels kabelloser Sensoren erhoben. Dadurch werden Alarmmeldungen ausgelöst, sofern sich der Zustand eines Patienten verändert. Gleichzeitig wird die Bewegungsfreiheit des Patienten entscheidend verbessert. Zudem können auch ergänzende Informationen erfasst werden, die sonst nur schwer zu erheben sind (vgl. [BBA05; Ga06; RH07]).

Probleme der *Authentifikation* treten an zahlreichen Stellen in Krankenhäusern auf. Sie schließen neben dem Zugang zu speziellen Bereichen des Krankenhauses auch die Anmeldeprozesse an IT-Systemen mit ein. Zwar werden in diesem Zusammenhang ambiante Technologien nicht unmittelbar eingesetzt, dennoch können diese zur Lösung derartiger Probleme herangezogen werden. Die An- und Abmeldeprozesse werden mittels Sensorik entscheidend vereinfacht, indem beispielsweise Vitaldaten wie der Fingerabdruck verwendet werden (vgl. [BBF06]).

Auch die *Logistikunterstützung* bezieht derartige Technologien zur Ortung mit ein. Im Vordergrund steht jedoch die flexible und dynamische Lösung logistischer Probleme durch vielfältige Sensoren. Dies schließt eine Vielzahl logistischer Problemfelder mit ein. Als Beispiele können hier Optimierungsprobleme in der Material-, OP-, Betten-, und Terminplanung und -koordination angesehen werden (vgl. [FL05]).

Die *Lokalisierung von Objekten und Personen* über entsprechende Sensoren ermöglicht, Suchvorgänge zu reduzieren und dadurch Zeit einzusparen. So wird in einer Studie von [Mo06] herausgearbeitet, dass Pflegekräfte 5 % der täglichen Arbeitszeit mit der Suche nach Patienten, Kollegen und medizinischen Geräten verbringen. Sofern medizinisches Personal und Patienten lokalisiert werden, besteht die Möglichkeit in Notfällen (z. B. Sturz einer Patientin) den Mitarbeiter mit der geringsten Entfernung zu alarmieren [Ba06]. Zudem können Objekte (z. B. Tupfer), die bei operativen Eingriffen versehentlich im Patienten verbleiben, mittels Sensoren lokalisiert werden (vgl. [MMM06]).

## 4 Untersuchungsgegenstand, Methodik und Forschungsdesign

Das von der Technologiestiftung Innovationszentrum Berlin (TSB) geförderte Projekt *Ambient Intelligence in Medical Environment and Devices – AIMED* bildet den Rahmen der vorliegenden Untersuchung. Es wurde ein qualitativer Forschungsansatz gewählt, um die in den Krankenhäusern bestehenden potentiellen Einsatzgebiete zu identifizieren sowie die aufgezeigten AmI-Anwendungen kritisch zu analysieren.

Qualitative Forschungsmethoden stellen hinsichtlich des Einsatzes moderner Informations- und Kommunikationstechnologien im medizinischen Umfeld einen relevanten Ansatz dar [FW06]. Dieser Zugang bietet die Möglichkeit, explorativ an das Forschungsfeld heranzutreten und somit neue Erkenntnisse bezüglich komplexer Fragestellungen zu gewinnen [La88]. Dabei eröffnet sich die Möglichkeit, Erfahrungen und Einschätzungen zu neuen Technologien in die Forschung zu integrieren und somit adäquate Anwendungspotentiale zu identifizieren [Le95].

Die drei in der Studie untersuchten Krankenhäuser unterscheiden sich erheblich in Größe, Aufbau und Organisation. Die Größe der jeweiligen Stationen ist jedoch mit jeweils ca. 30 Betten vergleichsweise homogen. Die Aufgabenverteilung innerhalb der chirurgischen Abteilung ist nicht immer einheitlich. So wurde beispielsweise in einem Krankenhaus zusätzlich die Stelle einer Fallmanagerin geschaffen, um organisatorische Aufgaben zu zentralisieren und die Ärzte zu entlasten. Alle untersuchten Kliniken gehören zu Krankenhäusern, die über eine Notaufnahme/Rettungsstelle verfügen. Dementsprechend ist die Notfallversorgung bei der Planung des Klinikalltags zwingend zu berücksichtigen, da zu jeder Zeit ausreichend Ressourcen zur Notfallversorgung bereit stehen müssen. Alle Planungssysteme müssen somit ausreichend flexibel sein, um auf die unvorhergesehenen Änderungen eingehen zu können.

Die Datenerhebung erfolgte über semi-strukturierte Einzelinterviews, die unter Zuhilfenahme eines zuvor erstellten Interviewleitfadens von jeweils zwei Personen gemeinsam geführt wurden. Alle Gesprächspartner wurden in ihrem Arbeitsumfeld befragt. Die Hintergründe und Ziele des Forschungsprojekts wurden allen Teilnehmern zuvor erläutert. Die Interviews wurden digital aufgezeichnet und anschließend wortgenau transkribiert. Insgesamt wurden 16 Experteninterviews mit dem Personal der drei Kliniken geführt. Bei der Auswahl der Interviewpartner wurde darauf geachtet, dass sowohl Ärzte als auch Pflegepersonal verschiedener Ebenen und verschiedener Aufgabenbereiche berücksichtigt wurden. Die Positionen der einzelnen Gesprächspartner einer Klinik entsprechen nach Möglichkeit denen in den anderen Kliniken. Zudem überwiegend mit Personen in Leitungsfunktionen gesprochen, da hier ein besserer Überblick über die

Struktur und die Organisation der Arbeitsabläufe vermutet wird. Darüber hinaus kennen diese Personen zusätzlich zu ihren Tätigkeiten den Aufgabenbereich der zugeordneten Mitarbeiter, wodurch insgesamt ein breites Spektrum an Tätigkeitsfeldern der Untersuchung zugrunde gelegt wurde. In Tabelle 2 sind sämtliche Interviewpartner bezüglich ihrer Funktion und Position aufgeführt.

Krankenhaus	Interviewpartner
<b>Klinik 1</b> Öffentliches Krankenhaus sehr groß	Chefarzt
	Stellvertretender Chefarzt (OP-Koordination)
	Oberarzt
	Stationsarzt
	Leitende Stationspflegekraft
	Leitende OP-Pflegekraft
<b>Klinik 2</b> Privates Krankenhaus mittlere Größe	Chefarzt
	Oberarzt
	Chefarztsekretariat
	Fallmanager
	Leitende Stationspflegekraft
	Leitende OP-Pflegekraft
<b>Klinik 3</b> Privates Krankenhaus klein	Oberarzt
	Stationsarzt
	Pflegedienstleitung
	OP-Pflegekraft

Tabelle 2: Liste der Interviewpartner nach Funktion und Position

Es wurden lediglich chirurgische Kliniken untersucht, um eine bessere Vergleichbarkeit der Prozesse und Strukturen zu ermöglichen (Abschnitt 2). Alle Interviews begannen mit allgemeinen Fragen über die bisherigen Erfahrungen mit Informations- und Kommunikationstechnologien im Arbeitsumfeld sowie die Bereiche, in denen der Befragte für sich und die zugeordneten Mitarbeiter eine Erweiterung der Technologieunterstützung als sinnvoll erachten würde. Anschließend wurden Anwendungen für ambiante Technologien erläutert und die persönliche Einschätzung detailliert erfragt.

Die Methode des teilstandardisierten Leitfadenterviews wurde angesichts der komplexen Abläufe in Krankenhäusern vor allem deshalb gewählt, um keine Antwortmöglichkeiten vorzugeben und sicher zu gehen, die freien Assoziationen und Wünsche der Befragten erfassen zu können. Um die Validität der Auswertung zu gewährleisten, haben die Interviewer stets in Anlehnung an [BD06] nach dem Interview ihre Eindrücke der Interviewsituation protokolliert und später mit der Kodierung abgeglichen.

Die Auswertung der Daten erfolgte in Anlehnung an [SC98]. Entlang den Schritten der Grounded Theory erfolgte zunächst die Kodierung der Transkripte handschriftlich von zwei unabhängigen Personen. Im nächsten Schritt wurden die beiden Kodierungen diskutiert, woraus eine gemeinsame Kodierung abgeleitet wurde. Diese wurde anschließend mit Hilfe von Atlas.ti<sup>2</sup> mit den betreffenden Textstellen verknüpft. Anhand der dort markierten und kodierten Zitate erfolgte die Verdichtung und Auswertung der Daten. Bei der Auswertung der ersten Interviews ergaben sich veränderte Fragestellungen für die fol-

<sup>2</sup> Version 5.2, für weitere Informationen siehe: <http://www.atlasti.com/de/>

genden Interviews. Diese wurden bei telefonischer Nachfrage auch von den ersten Gesprächspartnern beantwortet. Zudem erfolgte eine sukzessive Verdichtung der Kodes. Dies ermöglichte ein gezieltes Eingehen auf die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Kliniken.

Um der Problematik zu entgehen, dass technologisch wenig erfahrene Nutzer die Funktionsweise komplexer Technologien nicht einschätzen können, wurden stets konkrete Anwendungen mit direktem Bezug zum Arbeitsumfeld vorgestellt. Es ist daher davon auszugehen, dass alle Befragten die korrespondierenden Nutzenpotentiale beurteilen können. Der Gefahr von strategischen Antworten und sich eines daraus ergebendem Antwortbias zwischen tatsächlicher und kommunizierter Einschätzung, bei dem sich Akzeptanzprobleme mit der Nutzeinschätzung mischen, wurde durch die Kontrastierung der Antworten verschiedener Funktionen und Positionen begegnet. Bei positiven Beurteilungen wurde grundsätzlich nicht von bewussten oder unbewussten Fehleinschätzungen ausgegangen.

## **5 Ergebnisse**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der qualitativen Untersuchung dargelegt und erläutert. Dabei werden dem Forschungsdesign folgend zunächst Bereiche aufgeführt, die seitens der Befragten selbstständig genannt wurden und keinen direkten Zusammenhang zu ambienten Technologien aufweisen. Ergänzend wird, soweit möglich, eine ambiente Unterstützung abgeleitet, die wiederum von den Befragten evaluiert wurde (Abschnitt 5.1). Daran anschließend werden die Einschätzungen der Befragten zu den AmI-Anwendungen aus der Literatur dargestellt (Abschnitt 5.2).

### **5.1 Einschätzungen der Befragten zu genereller Technologieunterstützung**

Generell wurde im Laufe der Untersuchung von den Befragten aller Ebenen und in allen drei Kliniken die IT-Infrastruktur kritisiert. So wurde in zwei der betrachteten Krankenhäuser das Krankenhausinformationssystem von sämtlichen Befragten als langsam und unübersichtlich bezeichnet. Weiterhin wurde oftmals die fehlende Stabilität des Systems kritisiert, die zu täglichen Ausfällen sowie zu Überlastungen führt, welche nur durch einen Neustart der Rechner zu beheben sind. Ein weiteres Problem in diesem Zusammenhang stellt die häufig veraltete Hardware dar. So sind beispielsweise in einem der untersuchten Krankenhäuser die Rechner zur Dokumentation der Operationen teilweise älter als acht Jahre. Dementsprechend wurde oftmals als erste unterstützende Maßnahme zur Steigerung der Prozesseffizienz eine Verbesserung der bestehenden IT-Infrastruktur genannt. Bezüglich des Einsatzes mobiler Geräte bleibt anzumerken, dass abgesehen von DECT-Telefonen (in sämtlichen Kliniken) und Laptops für die Visite (in einem Krankenhaus) derzeit keine weiteren mobilen Geräte verwendet werden.

Die Tätigkeiten von Ärzten und Pflegekräften unterscheiden sich stark, weshalb sich die Bedürfnisse nach Technologieunterstützung entsprechend auf unterschiedliche Bereiche beziehen. Dennoch konnten auch Aspekte identifiziert werden, die von beiden Gruppen vorgeschlagen und als sinnvoll erachtet wurden.

- Ein zentraler Aspekt, der von den Befragten aufgeführt wurde, umfasst die *Kommunikationsunterstützung*. In allen Häusern werden derzeit DECT-Telefone zur Unterstützung direkter verbaler Kommunikation verwendet. Sämtliche Ärzte sowie die leitenden Pflegekräfte besitzen ein eigenes Telefon. Zusätzlich ist auf jeder Station ein weiteres DECT-Telefon verfügbar. Allerdings wurde von vielen Befragten kritisiert, dass es durch die Telefone häufig zu Störungen bei Besprechungen und vor allem im Operationssaal kommt. Diese können nach Angabe der Befragten zu Behinderungen bei der Arbeit führen.

Seitens aller Befragten wurde daher der Wunsch geäußert, diese Kommunikationsform kontextspezifisch differenzieren zu können. Hierbei bietet sich eine ambiente Unterstützung an, die dieses Problem einschränkt und gleichzeitig auf der bestehenden DECT-Technologie aufbaut. Die Definition individueller Regeln zu dieser Form der Kommunikation, beispielsweise über orts- und situationsspezifische Faktoren, wurde hierbei als besonders positiv bewertet, um die Anzahl von Störungen zu reduzieren.

- Als ein weiteres Themengebiet wurde die *Unterstützung der Planung und Koordination* herausgearbeitet. Ärzte befassen sich dabei primär mit der Koordination von OP-Sälen, wohingegen die Pflegekräfte besonders das Auffinden von verfügbaren Betten als sehr zeitaufwendig betrachten. Da die Patientenentlassungen oftmals erst nach der Morgenvisite endgültig feststehen, ist das Auffinden verfügbarer Betten mit sehr viel verbaler Kommunikation zwischen den verschiedenen Stationen verbunden. Die Terminkoordination stellt ebenfalls ein zentrales Problem dar, weshalb in einem der Häuser die Stelle einer Fallmanagerin geschaffen wurde, die sich mit der Koordination der Patienten und der Terminplanung beschäftigt. Diese Aufgaben werden in den chirurgischen Kliniken grundsätzlich durch die Zugänge von Notfällen erschwert, so dass OP-Pläne jeweils nur für den folgenden Tag erstellt werden.

Die Lösung von Problemen der Planung und Koordination ist generell für eine ambiente Unterstützung geeignet (Abschnitt 3). So müssen Betten, die im Krankenhaus verfügbar sind, aufgefunden und reserviert werden. Interessanterweise wurde hierbei allerdings weder die rein logistische Problematik (z. B. Aufbereitung und Transport verfügbarer Betten) als verbesserungsfähig angesehen, noch wurde die Suche nach einem konkreten Bett thematisiert. Vielmehr wurde die stationsübergreifende Kommunikation bezüglich der geplanten Bettenbelegung und der tatsächlichen Auslastung von den Pflegekräften problematisiert. Aus diesem Grund stellt sich die Frage, ob eine ambiente Lösung dieser Probleme zielführend ist, da alternativ auch die korrespondierenden Planungssysteme optimiert werden könnten. Da derzeit in keinem der untersuchten Häuser eine Echtzeitplanung der Bettenbelegung erfolgt, erscheint es zweckmäßig, zunächst eine entsprechende Funktionalität zu implementieren. Sinnvoll wird die Ergänzung durch ambiente Technologien erst dann, wenn die Sensoren an den Betten noch weitere Funktionen übernehmen. Ziel sollte es sein, nicht nur Planungs- und Koordinationsaufgaben zu unterstützen, sondern darüber hinaus objekt-spezifische Informationen (z. B. den Zeitpunkt der letzten Reinigung) bereitzustellen. Allerdings konnte in den Interviews keine korrespondierende Problemstellung identifiziert werden. Dies gilt ebenfalls für die OP-Planung, da auch hier vornehmlich ein Planungsproblem besteht, welches sich über adäquate Systeme und eine bessere Vernetzung unter den Stationen lösen ließe.

- Ergänzend wurde zudem der Wunsch nach Technologieunterstützung bei der Erstellung und Begleitung von *Behandlungspfaden* identifiziert. Hierbei steht die Definition von Behandlungsstandards für einzelne Krankheiten im Vordergrund. Entlang von eindeutig definierten Behandlungspfaden kann vermieden werden, dass der Arzt jeden einzelnen Teilschritt der Behandlung persönlich anordnen muss. Diese Art der Standardisierung erlaubt zudem eine Automatisierung der korrespondierenden Prozesse. Dadurch kann ein Großteil der Behandlung an andere Mitarbeiter delegiert werden. Der jeweilige Arzt muss dann lediglich bei Situationen, die ein Abweichen von den Behandlungspfaden erfordern, sowie zur Kontrolle der Untersuchungsergebnisse kontaktiert werden.

Die Unterstützung von Behandlungspfaden steht nicht zwingend im Zusammenhang mit ambienten Technologien. Stattdessen können die Definition und Integration von Behandlungspfaden als ein vollkommener eigenständiger Forschungsbereich verstanden werden<sup>3</sup>. Allerdings kann die Überwachung der Behandlung des Patienten in ein Gesamtszenario eingeordnet werden, in dem zahlreiche Systeme miteinander vernetzt sind, und dabei auch ambiente Informationen mit einbeziehen und verwerten. Daher können auch in diesem Bereich ambiente Technologien unterstützend eingesetzt werden, um standardisierte Behandlungsabläufe zu überwachen und zu koordinieren: So kann beispielsweise bei Auffälligkeiten, die ein Abweichen vom Behandlungspfad erfordern, ein Alarm ausgelöst werden. Zudem kann die Einhaltung der definierten Standards für die Behandlung mittels Sensoren überwacht werden.

Es bleibt zu beachten, dass Behandlungspfade erst in Verbindung mit der elektronischen Krankenakte, die in keinem der Krankenhäuser vollständig eingeführt ist, ihr vollständiges Potential zur Steigerung der Effizienz entwickeln können, da die Behandlungsschritte sowie die Patienteninformationen in digitaler Form verfügbar sein müssen. Gerade in Kombination mit mobilen Geräten ergeben sich hierbei allerdings zahlreiche weitere ambiente Unterstützungspotentiale.

## 5.2 Einschätzungen der Befragten zu ambienten Anwendungsszenarien

In den Interviews wurden die in der Literatur vorgeschlagene Szenarien (Abschnitt 3) vorgestellt und diskutiert. Darauf aufbauend wurden Einschätzungen zu den Potentialen des Einsatzes ambienter Technologien seitens der Befragten herausgearbeitet. Diese Einschätzungen werden im Folgenden entlang der in Tabelle 1 angeführten AmI-Anwendungen dargestellt.

- Nach Einschätzung der Befragten kann die Effizienz der Patientenbehandlung durch die *Patientenidentifikation* und einem damit verbundenen dezidierten Datenzugriff gesteigert werden. Da an einem der Krankenhäuser bereits ein vergleichbares System basierend auf Armbändern mit Barcodes besteht, waren zudem erste Erfahrungen zu diesem Szenario verfügbar. Allerdings wurde der Nutzen mobiler Geräte bei der Visite auch kritisch wahrgenommen. So bestehen seitens der Ärzte Bedenken, dass technische Geräte bei der morgendlichen Visite die Beziehung zwischen Arzt und Patient negativ beeinflussen könnte. Die Beurteilung der Nutzungsmöglichkeiten korrespondierender Technologien zur Vermeidung von Fehlbehandlungen durch Pa-

---

<sup>3</sup> Für detaillierte Informationen zum Forschungsstand im Bereich Behandlungspfade (vgl. [SSM07]).



tientenidentifikation war vergleichsweise vielschichtig. Insgesamt beurteilten die Ärzte derartige Systeme wesentlich positiver als die leitenden Pflegekräfte, die insbesondere Akzeptanzprobleme bei den Patienten und eine Verschlechterung der persönlichen Beziehung zu den Patienten anführten. Demgegenüber schätzten die Ärzte krankenhausübergreifend die Probleme hinsichtlich der Akzeptanz bei den Patienten wesentlich geringer ein. Allerdings sehen nicht alle Ärzte die zwingende Notwendigkeit eines solchen Systems, da Verwechslungen bei chirurgischen Eingriffen vergleichsweise selten auftreten. Eine mögliche Erklärung dafür, dass Ärzte diese Anwendung insgesamt positiver als Pflegekräfte beurteilten, könnte darin bestehen, dass die Ärzte im Falle einer Verwechslung verantwortlich wären und die Sicherheit der Patienten daher einen höheren Stellenwert genießt. Demgegenüber haben die Pflegekräfte häufiger Kontakt zu den Patienten und stellen die damit verbundenen Probleme im Vordergrund.

- Der Einsatz eines ambienten *Patientenmonitorings* zur Erfassung von Vitalparametern wurde insgesamt als nicht nützlich erachtet, da die zeitpunktbezogene Erfassung dieser Daten (z. B. Erhebung der Körpertemperatur zu festgelegten Zeitpunkten) als ausreichend angesehen wurde. Lediglich bei Patienten, die sich auf der Intensivstation befinden, ist eine permanente Erfassung dieser Vitaldaten sinnvoll. Da diese Patienten jedoch strenge Bettruhe halten müssen, bietet eine kabellose Datenerhebung keine Vorteile. Im Gegensatz dazu stieß die Erhebung von zusätzlichen Informationen, die sonst nur schwer erfassbar sind, auf breite Zustimmung. So müssen die Ärzte derzeit in allen Krankenhäusern aufgrund ihrer Beobachtungen abschätzen, inwieweit sich die Patienten selbstständig bewegen. Diese Einschätzung der Patientenmobilität weist jedoch eine hohe Subjektivität auf und kann zu erheblichen Fehlurteilen führen. Als Möglichkeit, diese Urteilsbildung zu unterstützen, wurde daher seitens der Ärzte unter anderem vorgeschlagen, die Schritte der Patienten zu zählen bzw. mittels ambienter Technologien die zurückgelegte Strecke des Patienten am Tag zu erheben.
- Die *Authentifikation* erfolgt in allen drei untersuchten Kliniken durch die manuelle Eingabe von Passwörtern, um auf die elektronisch gespeicherten Patientendaten zugreifen zu können. Insbesondere bei den Pflegekräften, die wenige Arbeitsstationen teilen, kommt es zu einem Zeitverlust, den die Mitarbeiter überwiegend als sehr störend empfinden. Ambiente Technologien können die Authentifikation anhand biometrischer Daten unterstützen. Die Akzeptanz derartiger Lösungen war in allen drei Kliniken sehr groß. Insbesondere die Gruppe der Pflegekräfte sah darin eine große Erleichterung für ihre tägliche Arbeit.
- Ein typischer Einsatzbereich der *adaptiven Logistik* ist das Bestellwesen. In chirurgischen Fachabteilungen kommt dem Bestellwesen eine besondere Bedeutung zu, da aufgrund der Notfallversorgung sichergestellt sein muss, dass zu jedem Zeitpunkt ausreichend Material zur Verfügung steht. Effizienzsteigerungen könnten durch die schnellere Erfassung der Materialien und durch eine automatische Weiterleitung der Verbrauchsinformation an die für Nachbestellungen zuständige Stelle realisiert werden. Des Weiteren wäre es möglich, Information zu den verbrauchten Materialien (z. B. Implantate) direkt in die Krankenakte des Patienten zu überführen. Um die Erfassung zu beschleunigen, wurden bereits an zwei Krankenhäusern Projekte mit Verwendung von Barcodelesegeräten durchgeführt. Allerdings gab es beim Einsatz dieser Technologie in beiden Krankenhäusern massive Probleme, weshalb in keinem der

Häuser derzeit Materialien automatisch erfasst werden. Dennoch empfiehlt sich dieser Anwendungsbereich generell für ambiante Technologien. Ein weiteres logistisches Problem betrifft die Verfügbarkeit vollständiger OP-Siebe<sup>4</sup>. Dieses Problem wurde in allen Häusern sowohl von Ärzten als auch von OP-Pflegekräften als zentral erachtet. Hierbei kommt es häufig zu Fehlern, da Teile fehlen oder das Sieb falsch gepackt wurde. Neben den Kosten für das Packen der Siebe führen fehlerhafte Siebe auch zu unnötigen Verzögerungen, wodurch sich der operative Eingriff unnötig verlängert. Daraus können sich Komplikationen für den Patienten ergeben.

- Die *Lokalisierung von Personen* wurde generell als nicht sinnvoll erachtet. Insbesondere bei der Lokalisierung von Personal wurden massive Akzeptanzprobleme und Überwachungsängste deutlich. Bei der Lokalisierung von Patienten ließ sich lediglich für besondere Patientengruppen wie beispielsweise demente Patienten eine Zustimmung seitens der Befragten ermitteln. Hinsichtlich der *Lokalisierung von Objekten* wurden zahlreiche Anwendungsfelder deutlich. So werden oftmals Dokumente gesucht, beispielsweise Röntgenbilder. Es ist allerdings zu überprüfen, ob nicht die Digitalisierung solcher Dokumente die entsprechenden Probleme ohne ambiante Unterstützung zufriedenstellend lösen kann. Als weiteren Bereich wurde das Risiko des Verlusts von Objekten während des operativen Eingriffs thematisiert. Dabei wurde in den Gesprächen mit den Ärzten deutlich, dass derzeit zwar ausreichende Sicherheitsvorkehrungen bestehen, allerdings basieren diese Systeme auf dem mehrmaligen Zählen der Objekte vor und nach dem Eingriff. Oftmals fehlen allerdings Objekte (z. B. Tupfer), da sie möglicherweise versehentlich mit anderen Objekten entsorgt wurden. In solchen Fällen kommt es zu erheblichen Störungen bzw. Verzögerungen, da der Patient im OP bleiben muss bis alle Objekte aufgefunden sind. Ambiante Technologien könnten die Anzahl und den Verbleib der Objekte über Sensoren in Sekunden ermitteln, so dass direkt zum Abschluss der Operation geklärt werden kann, ob alle Gegenstände entfernt wurden. Die Lösung dieses Problems mittels ambienter Technologien wurde von den Ärzten und OP-Pflegekräften insgesamt sehr positiv beurteilt.

## 6 Diskussion der Ergebnisse

Zuvor wurden die Ergebnisse der Datenerhebung dargestellt und analysiert. Diese werden nun anhand der bewerteten Einsatzgebiete kategorisiert. Im Anschluss daran werden die zentralen Ergebnisse noch einmal detaillierter diskutiert.

Die Ergebnisse aus Abschnitt 5 können drei Kategorien zugeordnet werden: Anwendungsfelder, die insgesamt *überwiegend positiv* beurteilt wurden, Anwendungsfelder, die *sowohl positiv als auch negativ* bewertet wurden, und Anwendungsfelder, die *überwiegend negativ* eingeschätzt wurden. In Tabelle 3 werden die zentralen Ergebnisse nach diesem Schema zusammengefasst:

---

<sup>4</sup> OP-Siebe sind Behälter, die für bestimmte Operationen notwendige Instrumente enthalten. Die Siebe werden als Ganzes sterilisiert und stehen für die nächste Operation wieder zur Verfügung.

Beurteilung	Einsatzgebiet	Anwendung / Beispiel
<b>Kategorie 1</b> überwiegend positive Beurteilung	Kommunikationsunterstützung	kontextspezifische Anruffilterung
	Logistik	Vollständigkeitsprüfung OP-Siebe
	Objektortung	Lokalisierung von Tupfern im Rahmen operativer Eingriffe
	Behandlungspfadunterstützung	Anordnung und Erinnerung an Standardbehandlungen
<b>Kategorie 2</b> uneindeutige Beurteilung	Patientenidentifikation	Vermeidung von Fehlbehandlungen
	Authentifikation	Unterstützung bei An- und Abmeldeprozessen im Krankenhausinformationssystem
	Personenortung	Lokalisierung von Patienten
	Patientenmonitoring	Messung der Mobilität von Patienten
<b>Kategorie 3</b> überwiegend negative Beurteilung	Personenortung	Lokalisierung von Personal
	Objektortung	Unterstützung bei der Suche nach medizinischen Geräten
	Patientenmonitoring	Erhebung von Vitaldaten

Tabelle 3: Einsatzgebiete und Anwendungsbeispiele ambierter Unterstützung

Die Anwendungen der *ersten Kategorie* wurden von den Befragten eigenständig vorgeschlagen oder, nachdem sie diskutiert wurden, sehr positiv beurteilt. Hierbei handelt es sich um Potentiale in sehr speziellen, eindeutig definierten Einsatzgebieten. Aufgrund der positiven Einschätzung der Befragten ist, wie bereits in Abschnitt 4 dargestellt, auch der Antwortbias zu möglichen Angaben, die nicht mit den tatsächlichen Überzeugungen übereinstimmen, vergleichsweise gering. Bei näherer Betrachtung der Anwendungsfelder ist besonders die angeführte Argumentation zur positiven Beurteilung der Objektortung hervorzuheben. Dabei steht jedoch nicht die direkte Patientensicherheit im Vordergrund. Die Befragten empfinden vielmehr die derzeit bestehenden Kontrollen als sehr aufwendig. Ein mögliches ambientes System sollte daher mit Sicherheit den Verbleib von Gegenständen im Patienten ausschließen. Alternativ wurde vorgeschlagen, in einem ersten Schritt ambiente Technologien zur Verbesserung der bestehenden Abläufe einzusetzen und somit Zähl- und Suchvorgänge zu unterstützen.

Bezüglich der *Behandlungspfadunterstützung* erfolgte eine breite Zustimmung. Allerdings wurde seitens der Ärzte betont, dass ein solches System nicht die vollständige Leitung des Patienten innerhalb des Behandlungspfads übernehmen dürfe, sondern vielmehr unterstützend hinzugezogen werden sollte. Die Zuordnung zur ersten Kategorie umfasst daher vor allem die verbesserten Möglichkeiten zur Delegation von „Standard-Entscheidungen“ an Pflegekräfte und die damit verbundene Arbeitsentlastung der Ärzte.

In der *zweiten Kategorie* sind weniger eindeutige Bewertungen der Befragten zusammengefasst, die einer genaueren Analyse bedürfen. Ablehnende Beurteilungen können zum einen damit begründet werden, dass die Befragten die ambiente Unterstützung dieser Einsatzgebiete tatsächlich als nicht sinnvoll erachten. Allerdings kann diese ablehnende Haltung auch Ausdruck nicht gegebener Akzeptanz sein. Wegen diesem möglichen Antwortbias müssen jeweils der Kontext und die Aussagen anderer Gruppen von Befragten mit berücksichtigt werden. So differieren bezüglich der Patientenidentifikation die Ergebnisse zwischen den einzelnen Kliniken stark. In dem sehr großen öffentlichen Krankenhaus, in dem bereits Barcodes zur Patientenidentifikation eingesetzt werden, ist die Beurteilung der Sensortechnik inklusive der Verknüpfung zur elektronischen Patientenakte trotz der Hinweise auf mögliche Akzeptanzschwierigkeiten durch den Patienten insgesamt positiv. Demgegenüber wurde dieses Szenario in den anderen beiden Kliniken eher negativ bewertet. Hier überwogen die Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes und des Eingriffs in die Privatsphäre des Patienten. Zusätzlich wurden häufig Befürchtungen geäußert, der persönliche Kontakt zwischen Patient und Arzt bzw. Pflegekraft ginge verloren. Dieses Ergebnis ermöglicht verschiedene Interpretationen. So liegt die Vermutung nahe, dass die entsprechenden Nutzenpotentiale von den Befragten nicht erkannt wurden. Konsequenterweise erscheint die Akzeptanz ambienter Technologien in diesem Anwendungsbereich bei Krankenhäusern, die noch keinerlei Erfahrung mit der automatischen Patientenidentifikation haben, kaum gegeben zu sein.

Die *Authentifikation* wurde krankenhausübergreifend, insbesondere hinsichtlich der An- und Abmeldungsprozesse, von den Stationspflegekräften problematisiert. Allerdings stellt sich hierbei die Frage, ob ambiente Technologien geeignet sind, eine Verbesserung für die Beschäftigten zu gewährleisten oder ob eine Ergänzung der IT-Infrastruktur ausreichend wäre. Die Befragten äußerten sich hierzu sehr heterogen, weshalb keine eindeutige Aussage getroffen werden kann.

Ähnlich ambivalent fielen die Ergebnisse hinsichtlich der *Lokalisierung von Patienten* über Sensoren aus. Hier äußerten sich alle Befragten zunächst negativ und verwiesen auf starke Akzeptanzprobleme bei den Patienten. Fast sämtliche Befragten befürworteten jedoch in diesem Zusammenhang den Einsatz ambienter Technologien zur Erhöhung der Sicherheit von räumlich und zeitlich desorientierten Patienten. Dieses Einsatzgebiet ist allerdings sehr beschränkt. Hinsichtlich des *Patientenmonitorings* wurde die sensorische Mobilitätsmessung von Patienten wiederholt von Ärzten positiv bewertet. Allerdings sahen auch zahlreiche Ärzte die Kosten für ein solches System in einem schlechten Verhältnis zum tatsächlichen Nutzenpotential.

Die *dritte Kategorie* enthält Anwendungsfelder, die insgesamt sehr negativ bewertet wurden. Auch hier muss ein möglicher Antwortbias (Abschnitt 4) bei der Interpretation berücksichtigt werden. So wurde die *Lokalisierung* von Personal grundsätzlich abgelehnt. Es wurde angeführt, die damit verbundenen Überwachungs- und Kontrollmöglichkeiten würden in einem ungünstigen Verhältnis zu der praktischen Relevanz des Problems stehen.

Sämtliche Befragten äußerten sich zudem negativ zu einer *Lokalisierung von medizintechnischen Geräten* und *medizinischen Verbrauchsmaterialien*. Da diese in der Regel an fest definierten Orten aufzufinden seien, ist nach Einschätzung der Befragten auch keine Suche mit der Beschaffung dieser Gegenstände verbunden. Da diese Aussagen in

sämtlichen Häusern und von sämtlichen Befragten erfolgten, scheinen die Antworten auch die tatsächlichen Gegebenheiten widerzuspiegeln.

Gleiches gilt für die Erhebung von Vitaldaten im Rahmen des *Patientenmonitorings*. Auch diese wurden von den Befragten in sämtlichen Krankenhäusern negativ beurteilt, da die permanente Erhebung von Vitaldaten lediglich auf der Intensivstation relevant sei. Allerdings herrscht hier strenge Bettruhe, so dass die herkömmliche Erhebung der entsprechenden Daten ausreichend sei.

## 7 Ausblick

Ausgehend von der Problemstellung, dass ambiante Technologien im Klinikalltag in Deutschland bisher wenig Anwendung finden und die in der Literatur angeführten Szenarien kaum umgesetzt werden, wurde das Projekt AIMED durchgeführt. Entlang eines qualitativen Forschungsdesigns wurden konkrete Bedürfnisse herausgearbeitet und mit den in der Literatur angeführten AmI-Anwendungen kontrastiert.

Dabei wurden nicht nur die bestehenden Einsatzgebiete kritisch analysiert, sondern auch neue Nutzenpotentiale identifiziert. Die Ergebnisse der Experteninterviews unterstreichen, dass die Nutzenpotentiale nicht durchweg positiv beurteilt wurden. Zahlreiche Einsatzgebiete wurden von den Befragten negativ bewertet, wobei Akzeptanzprobleme seitens der Befragten nicht auszuschließen sind, die sich im Antwortverhalten widerspiegeln können.

Zudem wurden generelle AmI-Anwendungen (Tabelle 1) selten positiv beurteilt. Erst bei einer differenzierten Betrachtung wurden sinnvolle Ansatzpunkte für den Einsatz ambienter Technologien von den Befragten herausgearbeitet. Konsequenterweise sind innerhalb weiterer Forschungsaktivitäten sehr spezielle Ausprägungen der Einsatzgebiete (z. B. Lokalisierung von Tupfern im Rahmen operativer Eingriffe) zu verfolgen. Grundsätzlich sollten dabei die im vorliegenden Beitrag identifizierten Anwendungen der ersten und zweiten Kategorie im Vordergrund stehen.

## Literaturverzeichnis

- [Ba06] Bardram, J. et al. Experiences from Real-World Deployment of Context-Aware Technologies in a Hospital Environment. In: (Dourish, P.; Friday, A. Hrsg.) Proceedings of Ubicomp 2006: Ubiquitous Computing. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006.
- [BBF06] Bardram, J.; Baldus, H.; Favela, J.: Pervasive Computing in Hospitals. In (Bardram, J.; Mihailidis, A.; Wan, D. Hrsg.): Pervasive Computing in Healthcare. CRC Press, London, 2006; S. 40-78.
- [BBA05] Barger, T., Brown, D., Alwan, M. Health-status monitoring through analysis of behavioural. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, 35 (1), 2005.
- [BD06] Bortz, J.; Döring, N.: Qualitative Methoden: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer, Berlin, 2006.
- [Bi07] Bick, M., et al.: Standards for Ambient Learning Environments. In (König-Ries, B. et al. Hrsg.): MMS 2007: Mobilität und mobile Informationssysteme. Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn, 2007; S.103-114.

- [BK07] Bick, M.; Kummer, T.: Beurteilung der Nutzungspotentiale sowie der Probleme von Ambient Intelligence im Krankenhaus. In: (Leimeister, J. et al. Hrsg.): *Mobiles Computing in der Medizin*. Proceedings zum 6. Workshop der GMDS-Arbeitsgruppe Mobiles Computing in der Medizin, Shaker, Aachen, 2007; S. 123-136.
- [FH06] Fabian, B.; Hansen, M.: Technische Grundlagen. In (Bizer, J.; Spiekermann, S.; Günther, O. Hrsg.): *Taucis – Technologiefolgenabschätzung Ubiquitäres Computing und Informelle Selbstbestimmung*, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Kiel, Berlin, 2006; S. 11-44.
- [FW06] Friedman, C.; Wyatt, J. *Evaluation Methods in Medical Informatics*. Springer, New York, 2006.
- [FL05] Fry, E.; Lenert, L.: MASCAL: RFID tracking of patients, staff and equipment to enhance hospital response to mass casualty events. *AMIA Annual Symposium Proceedings*, S. 261-265.
- [Ga06] Gao, T.: Iterative User-Centered Design of a Next Generation Patient Monitoring System for Emergency Medical Response. *AMIA Annual Symposium Proceedings*, S. 284-288.
- [Is03] ISTAG – IST Advisory Group: *Ambient Intelligence: from vision to reality*. 2003. [WWW-Dokument: [ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/istag-ist2003\\_consolidated\\_report.pdf](ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/istag-ist2003_consolidated_report.pdf) (24.10.2007)].
- [Kr05] Krcmar H.: *Informationsmanagement*. Springer, Berlin, 2005.
- [La88] Lamnek, S.: *Qualitative Sozialforschung*. Bd. 1 Methodologie. Psychologie Verlags Union, München, Weinheim, 1988.
- [Le95] Lehner, F.: Grundfragen und Positionierung der Wirtschaftsinformatik. In: (Lehner, F. et al. Hrsg.): *Wirtschaftsinformatik – Theoretische Grundlagen*, Hanser, München et al., 1995; S. 1-72.
- [MR07] Mettler, T.; Rohner, P.: Lösungsstrategien für eine systematische Patientenidentifikation. In: *Proceedings of the CeHR International Conference*, Regensburg, 2007, [WWW-Dokument: <http://www.alexandria.unisg.ch/EXPORT/DL/41918.pdf> (22.10.2007)].
- [MMM06] Macario, A.; Morris, D.; Morris, S.: Initial Clinical Evaluation of a Handheld Device for Detecting Retained Surgical Gauze Sponges Using Radiofrequency Identification Technology. In: *Arch Surg*, 141, 2006; S. 659-662.
- [Mo06] Moran, E. et al.: Mobility in Hospital Work: Towards a Pervasive Computing Hospital Environment. In: *International Journal of Electronic Healthcare*, 3 (1), 2006; S. 72-89.
- [RH07] Rashid, A.; Holtmann, C.: Beschleunigungssensoren zum mobilen Aktivitätsmonitoring im Home Care Bereich: Die Studie „MS Nurses“. In: (Leimeister, J. et al. Hrsg.): *Mobiles Computing in der Medizin*. Proceedings zum 6. Workshop der GMDS-Arbeitsgruppe Mobiles Computing in der Medizin, Shaker, Aachen, 2007; S. 105-122.
- [SSM07] Schwenk, W.; Spies, C.; Müller, J.M.: *Fast Track in der operativen Medizin: Perioperative Behandlungspfade für Chirurgie, Gynäkologie, Urologie, Anästhesie und Pflege*. Springer, Berlin, 2007.
- [Se07] Sedlmayr, M. et al.: Formalisierung und Automatisierung von SOPs in der Intensivmedizin. In: (Oberweis, A. et al. Hrsg.): *eOrganisation: Service-, Prozess-, Market-Engineering*. 8. Int. Tagung Wirtschaftsinformatik. Bd. 1. Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe, 2007; S. 953-970.
- [SC98] Strauss, A.; Corbin, J.: *Basics of Qualitative Research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. 2. Aufl. Sage Publications, London, 1998.
- [WRA05] Weber, W.; Rabaey, J.; Aarts, E.: Introduction. In: (Weber, W.; Rabaey, J.; Aarts, E. Hrsg.): *Ambient Intelligence*. Springer, Berlin, 2005; S. 1-2.