

## SEMINARARBEIT

# CHANCEN UND RISIKEN FÜR DIE PRIVATSPHÄRE VON INDIVIDUEN IM UBIQUITÄREN GESUNDHEITSWESEN

Anna Baumgärtel, Munkhbold Bold, Maiko Brants, Philipp Heisig, Marius  
Hogräfer, Sami Philip Hosni, Nikolai Kostka, Heiner Ludwig, Christian Poppe,  
Christian Riedel, Felix Schinkel

Proseminar Datenschutz in der Anwendungsentwicklung

Technische Universität Dresden

Fakultät Informatik

Professur Datenschutz und Datensicherheit

Betreuerin: Dr.-Ing. Katrin Borcea-Pfitzmann

Termin der Abgabe: Dresden, den 14.07.2016

# 1 INHALT

1.	Inhalt	2
2.	Abbildungsverzeichnis	3
3.	Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	4
4.	Abstract	4
5.	Motivation	5
6.	Aufbau dieser Arbeit	6
7.	Definitionen	7
7.1.	Ubiquitäres Computing	7
7.2.	Kontext	7
7.3.	Privacy	7
8.	Anwendungsfälle und Szenarien	8
8.1.	Krankenhaus	8
8.1.1.	Koordinierung von Krankenhauspersonal über Kontext	8
8.1.2.	Szenario Predictive Analytics	11
8.1.3.	Ubiquitäre Patientenakten	11
8.2.	Zu Hause	12
8.2.1.	Konzepte	12
8.2.2.	Evaluation	15
8.3.	Notfälle	16
9.	Auswirkungen für Patienten	18
9.1.	Gefahren für Patienten	20
9.1.1.	Sicherheit	20
9.1.2.	Autonomie	20
9.2.	Chancen für Patienten	21
9.2.1.	Krankenhaus	21
9.2.2.	Wohnung des Patienten	22
10.	Auswirkungen für medizinisches Personal	24
10.1.	Ärzte und Pfleger	25
10.2.	Pflegepersonal	27
11.	Datenschutz und Privacy	28
12.	Ausblick	30
13.	Conclusion	30
14.	Literaturverzeichnis	31

## 2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 AwarePhone .....	9
Abbildung 2 Interaktives Bett und Wand - Display .....	10
Abbildung 3 Wohnungplan von TeleHealth .....	13
Abbildung 4 Elektroenzephalografie .....	22
Abbildung 5 Wireless Capsule Endoscopy .....	22
Abbildung 6 Versuchsaufbau zur Überwachung von einer Anästhesie .....	26
Abbildung 7 Lokalität mit Computerterminal am Patientenbett .....	27

### 3 ABKÜRZUNGS- UND SYMBOLVERZEICHNIS

UbiComp	Ubiquitäres Computing
AID-N	Advanced Health and Disaster Network
HIPAA	Health Insurance Portability and Accountability Act
EVT	Extreme Value Theory
AAL	Ambient Assisted Living
uHealth	ubiquitous health care
EEG	Elektroenzephalografie
EPR	Electronic Patient Record
RFID	Radio-Frequency Identification

## 4 ABSTRACT

Das Forschungsgebiet für Ubiquitäres Computing in der Medizin wurde in der Vergangenheit intensiv erforscht. Dies hat einige Technologien hervorgebracht, die sowohl Ärzten als auch Patienten eine Reihe von Möglichkeiten bieten können, die Behandlung zu erleichtern. Jedoch gibt es auch Kritiker, die die ständige Erfassung von persönlichen Daten als Gefahr für die beteiligten Personen und Organisationen sehen. Im Rahmen dieser Seminararbeit werden die Auswirkungen von bestehenden UbiComp-Technologien auf die Privatsphäre sowohl von medizinischem Personal als auch von Patienten untersucht.

## 5 MOTIVATION

In den vergangenen Jahren sind immer neue ubiquitäre Systeme entstanden, die Personen in ihrem Alltag unterstützen und wiederkehrende Prozesse automatisieren können. Auch im Gesundheitsektor wurden neue Konzepte erforscht und dabei Vorteile für die Ärzte und Patienten vorgestellt. Computer werden heutzutage allgegenwärtig und gleichzeitig weitgehend unsichtbar durch drahtlos kommunizierende Sensoren, welche immer leistungsfähiger und energieeffizienter werden, wie zum Beispiel 'Uhren mit integriertem Pulsmesser' oder aber auch 'Hörgeräte, welche sich automatisch an den Lärmpegel der Umgebung anpassen können'. Die dazu verwendeten Techniken erfassen häufig unsichtbar und vor allem unbemerkt Daten über die Anwender. Die hierdurch resultierenden Probleme hinsichtlich der Privatsphäre und Verantwortlichkeit für die Daten sollen im Rahmen dieser Arbeit erörtert und kritisch beleuchtet werden.

## 6 AUFBAU DIESER ARBEIT

Diese Arbeit gliedert sich in mehrere Kapitel. Im Kapitel "Definitionen" werden wichtige Begriffe wie UbiComp, Kontext und Privacy eingeführt.

Um einen groben Überblick vom UbiComp im medizinischen Kontext zu bekommen, wird im Kapitel "Anwendungsfälle und Szenarien" auf mögliche Einsatzgebiete der Technologie hingewiesen.

Das Kapitel "Auswirkungen für Patienten" befasst sich mit den Vor und Nachteilen von UbiComp für den Patienten und der Teil "Gefahren für Patienten" liefert einen Überblick über die daraus resultierenden Risiken im Bereich von Datenschutz, Sicherheit, Autonomie und Privatsphäre.

Die Vorteile für den Patienten, die z.B. durch die Verwendung von RFID-Tags zur korrekten Zuordnung der Medikamente entstehen werden im Kapitel "Chancen für Patienten" vorgestellt.

Durch die Omnipräsenz von Patientendaten ergeben sich auch komplett neue Arbeitsbedingungen für das medizinische Personal. Vorteile durch z.B. schnelleren Informationsgewinn werden im Kapitel "Auswirkungen für medizinisches Personal" beschrieben.

Einen allgemeinen Überblick über Datenschutz und Privacy wird im gleichnamigen Kapitel vermittelt.

Das letzte Kapitel schließt diese Arbeit mit einem Ausblick und einer Schlussfolgerung ab.

## 7 DEFINITIONEN

### 7.1 UBIQUITÄRES COMPUTING

Ubiquitäres Computing (UbiComp) bezeichnet die Allgegenwart der rechnergestützten Informationsverarbeitung. UbiComp Systeme sind im Alltag (un)-sichtbar integriert und ermöglichen eine Erstellung von digitalen Identitäten.

### 7.2 KONTEXT

Kontext ermöglicht Interaktion und Informationsaustausch zwischen Entitäten. Entitäten sind dabei von UbiComp erstellte Identitäten oder der Nutzer. Kontext beschreibt und definiert die Umstände in welchen sich die Entitäten befinden.

### 7.3 PRIVACY

Privacy bezeichnet den Schutz persönlicher Daten von Identitäten. In UbiComp Systemen lässt sich Überwachung und die damit anfallenden Informationen besonders leicht bewerkstelligen. Es muss festgelegt werden, in welchem Kontext welche Daten und in welchem Umfang gesammelt werden können.

## 8 ANWENDUNGSFÄLLE UND SZENARIEN

In den folgenden Abschnitten werden einige Anwendungsfälle erörtert, die bereits in anderen Veröffentlichungen präsentiert wurden. Dadurch soll ein Überblick über die Möglichkeiten von UbiComp im medizinischen Kontext geschaffen werden.

### 8.1 KRANKENHAUS

#### 8.1.1 Koordinierung von Krankenhauspersonal über Kontext

[BHM+06] beschreibt ein UbiComp System, das über einen Zeitraum von 3 Monaten in einem Krankenhaus eingesetzt wurde, um die Angestellten bei ihrer Arbeit zu unterstützen. Hierfür wurden Ärzte innerhalb des Krankenhauses mit Hardware zur Erfassung von Kontext-Informationen ausgestattet und mit Hilfe dieser Technik über ein zentrales Kommunikationssystem miteinander vernetzt. Sie konnten mithilfe ihres Mobiltelefons ihren Status manuell an das System übermitteln und die Position von anderen Mitarbeitern abfragen. Darüber hinaus konnten die Angestellten für jeden der Operationsräume den aktuellen Status des Raums an *AwareMedia* senden (beispielsweise "Patient im OP", "Patient unter Narkose", "Operation im Gange", "Patient aus OP").

Jeder Angestellte, der ein Mobilgerät zur Erfassung des Kontextes (ein sogenanntes *AwarePhone*, siehe Abbildung 1) erhalten hatte, konnte Statusinformationen an das System senden, auch an dedizierte Geräte für einen der OP-Räume, da Ärzte während eines Eingriffes aus Sicherheitsgründen kein Mobilgerät bei sich tragen dürfen.

Im sogenannten *Coordination Center*, also dem Versammlungsraum für Mitarbeiter der Klinik, konnte die Position der Ärzte in Erfahrung gebracht werden, ebenfalls möglich war dies per Anruf an die Zuständige Pflegekraft in der Zentrale. Obwohl die Ortung per Bluetooth vergleichsweise ungenau ist, konnte in den meisten Fällen zumindest der Raum ausfindig gemacht werden, in dem sich eine Person gerade aufhielt, was innerhalb eines Klinikgebäudes als ausreichend präzise eingestuft wurde.

Die Patienten der Klinik waren nur indirekt vom System betroffen, da sie "die meiste Zeit unter Narkose standen", wenn sie Teil des Kontextes eines Arztes waren. Jedoch konnten die Schwester ihnen präzisere Angaben über den zeitlichen Ablauf ihrer Behandlung machen, da sie per *AwareMedia* den Status der behandelnden Ärzte abfragen konnten.



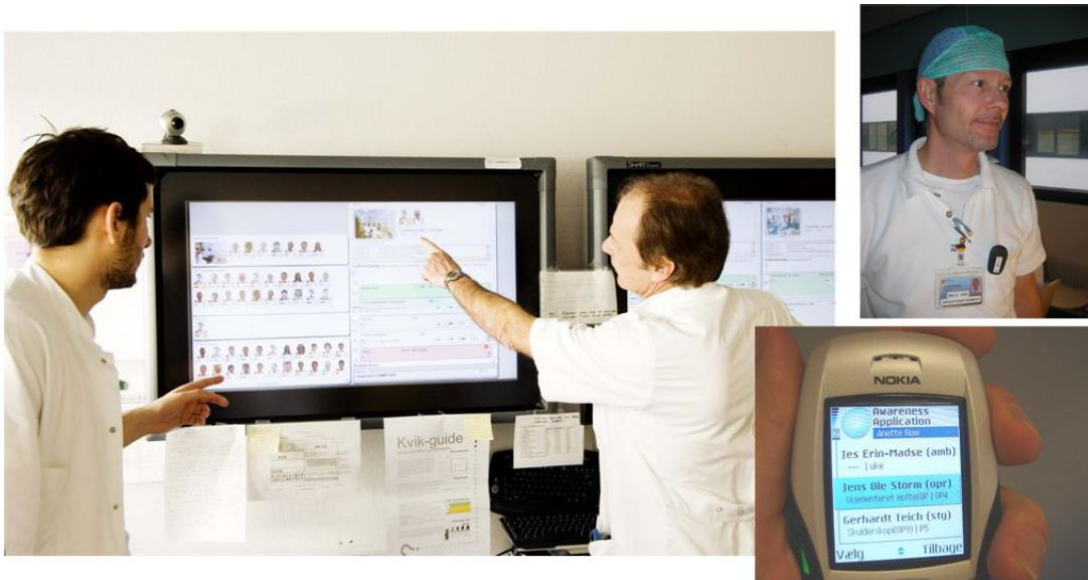


Abbildung 1: AwareMedia (links) liefert Position des Personals, Ärzte tragen Bluetooth Tags (o. rechts), AwarePhones liefern mobile Daten zum Personal (u. rechts) [BHM+06]

Die Anwendung wurde außerdem nach Absprache mit dem Personal um automatisierte Prozesse erweitert. So konnte zum Beispiel der Status eines Mitarbeiters auf "at work" geändert werden, sobald sich dieser innerhalb der Klinik befand. Dies führte jedoch gelegentlich zu Fehleinschätzungen (false-Positives), etwa wenn sich jemand nach dem Schichtende noch im Gebäude aufhielt, um dort Angehörige zu besuchen oder andere Tätigkeiten zu erledigen. Die manuelle Statusnachrichten wurde von den meisten Angestellten bevorzugt.

Privacy innerhalb der Anwendung wurde im Vorfeld zwar als wichtiger Designaspekt behandelt, im Einsatz dann jedoch als nicht störend empfunden. Schließlich entsprechen die Informationen, die das System über die Angestellten erhebt, denen, die sowieso auch ohne AwarePhone erforderlich waren (Wo ist Person X? Wann wird OP Y frei? Wann beginnt die Behandlung für Patientin Z?). Außerdem legte AwareMedia keinen Verlauf der Aufenthaltsorte einzelner Personen an, was als großer Vorteil empfunden wurde. Des Weiteren wurde den Probanden der Studie versichert, dass das Management keinen Zugriff auf die zu Analysezwecken erhobenen Daten haben würde.

Die Automatisierung von komplexeren Prozessen mithilfe von Context Awareness, also der systematischen Erfassung der Realwelt durch Sensoren und die automatisierte Interpretation dieser Daten durch das System, sehen die Autoren im medizinischen Umfeld kritisch.



Abbildung 2: Interaktives Bett, das Patienten erkennt und dem Personal Daten auf einem Rechner präsentiert (links), ortsunabhängige Konferenz zu einer Röntgenaufnahme auf einem Wand-Display (rechts) [Bar03]

Sie nennen hier als Hauptgrund das ständige Risiko, eine falsche Entscheidung zu treffen, selbst wenn die Daten zu 100% auf das vorhergesehene Ereignis passen:

*"The reason, we argue, is that human context, defined in the subjective realm of the individual, is inaccessible to sensors and excessively complex. We may create a model representing context but, we will never be able to get the appropriate information to consistently deduce the correct actions to execute."* [BHM+06]

Das folgende Szenario des Patientenmonitorings bezieht sich auf Kapitel VIII *"Auswirkungen für Patienten"* und ist im Vergleich zu *AwareMedia* ein weiteres Beispiel dafür, dass heutige komplexe Systeme im medizinischen Bereich immer häufiger Anwendung finden.

In der *"Partnership for the Heart"*-Studie der Berliner Charité wurde ein Präventivkonzept für Patienten mit Herzinsuffizienz entwickelt, für welches ein Patientenmonitoringsystem erprobt wurde [Mic09]. Patienten wurden dabei mit mobilen Messgeräten ausgestattet. Diese sollten jeden Morgen Blutdruck, Gewicht und Herzströme messen. Das Bewegungsprofil wurde über einen Aktivitätssensor am Gürtel des Patienten aufgezeichnet. Die Daten wurden von den Geräten automatisiert an einen *Mobilen Medizinischen Assistenten*, eine Art Taschencomputer, übertragen, welcher über eine sichere Verbindung an ein telemedizinisches Zentrum gesendet wird. Dort wurden die Daten von Fachärzten und Pflegepersonal überwacht, ausgewertet und bei Bedarf Maßnahmen eingeleitet. Patienten konnten jederzeit einen Notruf absetzen und

sofort mit einem Arzt verbunden. Die elektronische Akte des Patienten wurde in diesem Fall automatisch auf einen Bildschirm des Arztes geladen. Gegebenfalls erfolgt dann eine sofortige Notfalleinweisung oder man tritt mit dem betreuenden niedergelassenen Arzt in Kontakt, um Entscheidungen auf einer fundierten Datenbasis treffen zu können.

### 8.1.2 Szenario Predictive Analytics

Bei Prädiktiven Analysen handelt es sich um Krankheits-Vorraussagen, die auf Grundlage von Patientendaten computergestützt berechnet werden. Zur Verdeutlichung sei folgendes Szenario gegeben:

Im Leipziger Universitätsklinikum klagt Hans Müller über starke Halsschmerzen. Das digitale Computersystem hat schon nach dem letzten Arztbesuch von Herrn Müller vorausschauende Analysen für verschiedene Körperbereiche aufgestellt. Diese kann die behandelnde Ärztin Johanna Pappisch einsehen. So schließt das Computersystem eine Mandelentzündung aus, da Herrn Müller bereits vor fünf Jahren die Mandeln entfernt wurden. Auch eine Tumorbildung ist sehr unwahrscheinlich, da Herr Müller diesbezüglich vor einem halben Jahr eine Routine-Untersuchung hatte. Viel wahrscheinlicher ist eine Kehlkopf-Entzündung. Aufgrund der kalten Jahreszeit ist das Risiko hierfür sehr hoch. Frau Dr. Pappisch untersucht Herrn Müller und stellt tatsächlich eine Kehlkopf-Entzündung fest. Die Sensoren auf dem Holzmundspatel scannen außerdem den Rachen-Raum um Unregelmäßigkeiten festzustellen. Frau Dr. Pappisch gibt das Krankheitsbild in den Computer ein, woraufhin dieser prädiktiven Analysen aufgrund der Sensor- und eingegebenen Daten neu erstellt.

Auf Vor- und Nachteile der Prädiktiven Analysen wird im Kapitel "Auswirkung für medizinisches Personal" eingegangen.

### 8.1.3 Ubiquitäre Patientenakten

[SCP+05] und [Bar03] präsentieren jeweils Modelle, nach denen Patientendaten einer Klinik schneller und möglichst ortsunabhängig für das Personal verfügbar gemacht wird (siehe Abbildung 2). In beiden Veröffentlichungen wird eine Reihe von Design Aspekten präsentiert. Im direkten Vergleich fällt auf, dass Kollaboration und Context Awareness in beiden Listen vorkommen. Dementsprechend werden diese Aspekte also von verschiedenen Autoren als

wichtig empfunden ([Bar03] diente als Grundlage für [BHM+06] und wurde ebenfalls vom selben Autor verfasst).

Die Anwendung greift ebenso auf Informationen zu anstehenden Operationen eines Patienten zurück, um die Schwester an die notwendigen Vorbereitungen zu erinnern, etwa das sogenannte Ausnüchtern vor der Behandlung. Außerdem werden gemessene Werte mit vorher genommenen verglichen und bei extremen Änderungen eine Benachrichtigung angezeigt. Die Evaluation ergab jedoch (2004), dass die Schwestern nicht mit der Oberfläche auf *Windows Pocket*-Basis zurechtkamen (*she felt insecure about the buttons "Tab", "Caps" and "Shift" as she would expect them to be "tablets", "capsules" and "shift medication" [SCP+05]*) oder wichtige bzw. kritische Informationen nicht auffinden konnten. Ein weiteres System, welches sich zeitweise auch in einem Krankenhaus im Einsatz befand, stellt [KS04] *mobileWARD* vor. Dieses Programm dient dazu, Krankenschwester bei Routine Untersuchungen zu unterstützen, indem es die elektronischen Patientenakten kontextsensitiv auf einem Mobilgerät präsentiert. Daten, wie etwa zuletzt gemessene Temperaturen werden immer dann angezeigt, wenn die Schwester das Zimmer eines Patienten betritt. Befindet sie sich auf dem Flur, bekommt sie eine Auflistung von allen derzeit stationierten Patienten nach Zimmernummer sortiert präsentiert.

## 8.2 ZU HAUSE

### 8.2.1 Konzepte

Insbesondere bei älteren Menschen ist eine Überwachung des medizinischen Zustands in den eigenen 4 Wänden ein wichtiger Anwendungsfall von UbiComp.

Das folgende Szenario bezieht sich auf Kapitel VIII *"Auswirkungen für Patienten"* in häuslicher Umgebung und ist ein weiteres Beispiel dafür, dass UbiComp-Technologien auch in diesem Bereich von großer Bedeutung sind.

In einem Projekt der Technischen Universität Kaiserslautern und der Wohnungsbaugesellschaft BAU AG, Kaiserslautern, wurden 19 barrierefreie Apartments und Einfamilienhäuser mit entsprechenden AAL-Anwendungen ausgestattet. In den Apartments dienten Sensoren zur Erkennung von Aktivitäten wie zum Beispiel ein Bewegungsmelder. Eine Kamera zeigt das Bild von Besuchern vor der Haustür und beim Verlassen des Hauses erinnert eine

LED-Leuchte an noch geöffnete Fenster. Mit dieser Ausstattung werden viele Funktionen aus dem Bereich Wohnkomfort und Sicherheit abgedeckt. Für die Überwachung der Gesundheit der Bewohner sollen Daten herangezogen werden, die sich automatisch aus den Informationen und dem Aktivitätsprofil ergeben. Künftig soll je nach erkannter Gefahr ein individuell konfigurierter automatischer Alarm ausgelöst werden. Die Nutzerperspektive, das heißt die Berücksichtigung der Bedürfnisse, Gewohnheiten und Anforderungen älterer Menschen, soll durch eine sozialwissenschaftliche Begleitforschung gewährleistet werden [Fri09].

M.W. Raad und L.T. Yang haben in [RY09] einem Szenario vorgestellt, welches das Konzept eines *Smart Homes* für ältere Menschen oder Menschen mit chronischer Erkrankung ausarbeitet. Ziel war es mit Hilfe moderner Erkenntnisse aus der Medizin und aktuellen technologischen Fortschritt, ein benutzerfreundliches und kosteneffizientes System zur Überwachung des medizinischen Zustandes in der Wohnung zu entwickeln. Die Familienmitglieder und der Arzt sollen dabei ständig aktuelle Daten aus der Wohnung der Patienten erhalten. Im Notfall sollte das System verlässlich reagieren und den Notarzt rufen.

Zunächst wurde überlegt, welche Daten im alltäglichen Wohnszenario von Bedeutung und welche Sensoren für deren Erfassung notwendig sind (siehe Abbildung 3).

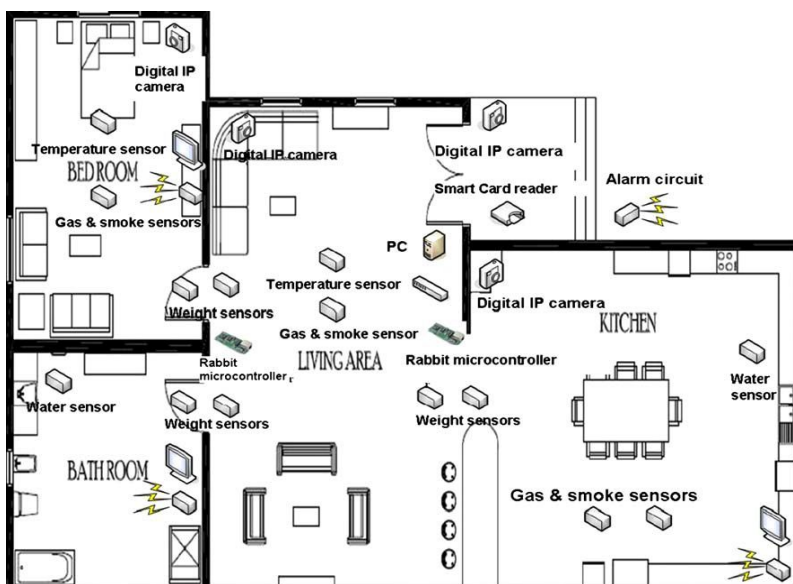


Abbildung 3: Wohnungsplan mit allen für das TeleHealth wichtigen Sensoren [RY09]

Gas- und Rauchsensoren prüfen die Luft auf überhöhte Werte und schlagen bei Bedarf Alarm. Ein Wassersensor kann einen Rohrbruch registrieren, während der Temperatursensor kontinuierlich das Klima im Raum überwacht. Bewegungs- und Drucksensoren erkennen, wo sich die Person im Raum befindet und können automatisch Türen öffnen und das Licht ein- und ausschalten. Drucksensoren am Bett messen die Schlafphasen des Patienten. Ein spezieller Rollstuhl könnte in der Lage sein, Blutdruck und Puls zu messen. Ein Fallsensor in einem *Wearable* (am Körper tragbares Gerät) registriert, wenn die Person kollabieren oder unglücklich stürzen sollte. Des Weiteren sind mit Ausnahme des Badezimmers in allen Räumen Videokameras angebracht. An der Eingangstür befindet sich ein Kartenleser, im Ernstfall sollen Verwandte und Ärzte durch eine Chipkarte Zugang zur Wohnung bekommen, wenn der Patient selbst nicht in der Lage ist die Tür zu öffnen.

Alle gesammelten Daten fließen an einem in der Wohnung stehenden Server zusammen und werden gebündelt an Verwandtschaft und/oder Medizinische Einrichtungen übermittelt.

Das eben vorgestellte Konzept bedeutet für die Patienten allerdings einen starken Einschnitt in die Privatsphäre, insbesondere in Räumen wie Schlafzimmer, Bad und Toilette könnte eine bewusste Beobachtung für die Patienten sehr unangenehm werden. Watanabe et al. [WKT09] schlagen deswegen eine neuartige Möglichkeit der unsichtbaren Beobachtung vor, welche vom Patienten nicht wahrgenommen wird. Um in diesen Räumen weiterhin wichtige Biosignale wie Herzschlag, Atmung und Blutdruck messen zu können wurden eine Art Silikonschläuche und extrem empfindliche Druckmesser entwickelt. Diese werden im Bett, aber auch auf der Kloschüssel oder in der Badewanne platziert. Die Wahl fiel auf Silikon, da dieses elastisch und über längere Zeiträume belastbar ist. Setzt sich eine Person auf solch einen Schlauch, nimmt dieser Vibrationen wahr so wird auch bestimmte Druck erzeugt. Aus diesen Vibrationen ist der Sensor in der Lage Herzschlag und Lungenbewegung abzuleiten. Der Patient nimmt diese Silikonschläuche nicht wahr, da sie unter einer Abdeckung platziert werden.

## 8.2.2 Evaluation

In einer partizipativen Studie haben Demiris et al. [DOD08] ein für ältere Menschen eingerichtetes Smart Home unter realen Bedingungen untersucht. Ziel der freiwilligen Studie war es nicht nur, echte Sensordaten zu sammeln, sondern auch die Patienten regelmäßig über ihr Wohlergehen in der angepassten Umgebung zu befragen. Insgesamt 9 Personen wurden rekrutiert und gaben die Erlaubnis, entsprechende Technologien in ihren Wohnungen zu installieren. Im Bett wurde ein spezieller Drucksensor integriert um Präsenz, Atmung, Puls und Bewegungen zu erfassen. Des Weiteren wurden in allen Räumen Temperatur- und Bewegungssensoren angebracht.

Die Probanden äußerten sich überwiegend positiv über die verbaute Technologie. Sie fühlten sich nicht gestört oder in ihrem Alltag eingeschränkt. In den Interviews wurden 3 Phasen erkenntlich, zwischen denen unterschieden wurde. In der ersten Phase machten sich die Probanden mit der Technologie vertraut. Sie wurden von den durchführenden Experten in die Technik eingewiesen und gaben bei aufkommenden Probleme Rückmeldung. In der 2. Phase achteten Probanden noch regelmäßig auf die Geräte und waren neugierig. Nach 2-3 Wochen trat dann die letzte Phase der vollen Integration ein. Die Probanden nahmen die Anwesenheit der Sensoren nicht mehr wahr und kehrten zu ihrem normalen Alltag zurück. In dieser Phase war ihnen teils nicht mehr bewusst, dass sie Teil einer Studie waren.

Eine volle und unsichtbare Integration der Technologie in den Alltag sorgte für positive Rückmeldungen der Probanden. Die Zufriedenheit der Patienten sei laut Demiris et al. wesentlicher Aspekt bei der Entwicklung eines Smart Homes für kranke Menschen. Ethische Entscheidungen müssten noch getroffen werden, um eine Balance zwischen Automatisierung und Kontrolle durch den Menschen in solch einer Umgebung herzustellen.

### 8.3 NOTFÄLLE

Ubiquitäre Systeme können im medizinischen Notfall genutzt werden um eine möglichst schnelle und umfassende Hilfe zu gewährleisten [Kir09].

Dies betrifft verschiedene Szenarien wie z.B. Unfälle, krankheitsbedingte Notfälle, aber auch Vorfälle mit mehreren Opfern wie Katastrophen.

Massey et al. schätzen ein, dass präklinische Anwendungsbereiche, wie Ersteinschätzung, Vorselektierung bei Katastrophen aber auch Pflegeheime in Zukunft immer mehr von UbiComp profitieren werden. Beispielsweise eingebettete Systeme, welche drahtlos Vitalparameter von Patienten übertragen [MGB+06].

In [MGB+06] wird das Advanced Health and Disaster Network (AID-N) beschrieben. Es geht um ein System zur Ersteinschätzung, Vorselektierung und Sammlung von diversen Daten über Patienten in Vorfällen mit vielen Opfern. Es soll ermöglichen, dass Ersthelfer eine effiziente Möglichkeit haben, Daten zu erfassen, Patienten zu überwachen und nach Prioritäten einzuordnen.

Hierzu werden elektronische Marker, welche die Priorität des Patienten anzeigen und speichern, verwendet. Weiterhin werden verschiedene medizinische Sensoren genutzt um die Patienten kontinuierlich zu überwachen. Diese elektronische Vorselektierung und Datensammlung soll den zeitaufwändigen Prozess der manuellen Aufnahme von Vitalparametern und der Patientenüberwachung sowie der Übermittlung der Daten an das im Anschluss behandelnde Krankenhaus verbessern.

Diese Handlungen helfen, da bei Notfällen mit vielen Opfern die Zeit ein kritischer Faktor ist und die Zahl der Patienten die Kapazitäten eines Krankenhauses überschreiten könnten.

Problematisch ist die Frage nach dem Datenschutz der Patienten. Massey et al. geben an, dass die Patientendaten laut Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) immer sicher gespeichert werden müssen. Das bedeutet, dass die Daten verschlüsselt über die verschiedenen Instanzen im Netzwerk geschickt werden müssen - vom Ort des Geschehens bis zum Krankenhaus.



Weitere wissenschaftliche Arbeiten zu Systemen der Ersteinschätzung und Vorselektierung von Patienten wurden mit [TKO15] und [BW13] von Tayama et al. sowie Besaleva et al. verfasst.

In [BW13] wird *CrowdHelp* vorgestellt - ein System für die Patienten-Beurteilung in Echtzeit, welches ubiquitäre Systeme mit Sensordaten nutzt.

Besaleva et al. verfolgen den Ansatz, dass der Patient selber Informationen in das System eingibt. Dem Nutzer werden Informationen über mögliche medizinische Umstände und mögliche Gründe für ihre Symptome gegeben. Weiterhin wird dynamisch eine Liste mit Hilfe von Google Maps erstellt, welche alle Behandlungsstätten in der Nähe angibt, die fähig sind die Patienten zu behandeln.

Der Nutzer kann somit Informationen über das Ereignis, seinen Zustand und Symptome übermitteln.

Farhan et al. beschreiben in [FBW+13] die Möglichkeiten Notfälle mittels *WLAN Access Points* in Echtzeit zu erkennen. In ihrem Paper wird beispielsweise auf einen Campus eingegangen.

Grundlage ist die Beobachtung, dass die menschliche Verhaltensweise und gerade das Bewegungsprofil sich signifikant verändert, sobald ein Notfall eintritt. Dies wird darin reflektiert, wie sich die Smartphones mit Access Points in einem Netzwerk verbinden.

*"This is because, smartphones, being physically small and constantly carried by their owners, are effective "human sensors."* (Farhan/Bamis/Wang 2013: [FBW+13])

Um diese Notfälle zu erkennen wird u.a. die Zahl erfasst, wie viele Menschen ein Gebäude in welcher Zeit verlassen. Mittels der Extreme Value Theory (EVT) sollen Bewegungsmuster und Extremwerte ausgewertet und beurteilt werden.

## 9 AUSWIRKUNGEN FÜR PATIENTEN

UbiComp-Technologien kommen in zahlreichen Bereichen des Gesundheitswesens zum Einsatz, um Mediziner, Pflegepersonal und Patienten zu unterstützen und zu begleiten. Dieses Kapitel bezieht sich auf Auswirkungen für Patienten, vor allem welche Vor- und Nachteile sich für die genannte Zielgruppe durch Ubiquitäres Computing ergibt. Ziel des Einsatzes solcher Technologien für ältere Menschen ist eine möglichst durchgängige Versorgung im häuslichen Umfeld und die Aufrechterhaltung der Unabhängigkeit. Die Spannbreite der dabei eingesetzten Technologien reicht von einfachen Geräten zur Unterstützung täglicher Erledigungen bis hin zu komplexen Systemen [GF10]. Zu letzteren gehören beispielsweise [TW08, Geo09].

Laut Literatur [GF10] lassen sich grundsätzlich zwei Typen unterscheiden. Einerseits in 'Anwendungen in der häuslichen Umgebung', wobei hier Ambient Assisted Living und Monitoring zur Unterstützung von Patienten Zuhause und Unterwegs dienen. Andererseits in 'Anwendungen in medizinischen Einrichtungen'. Hier spielen vor allem Informationssysteme für das Personal sowie Systeme für die medizinische Logistik eine bedeutende Rolle [GF10].

Im folgenden Absatz wird auf die 'Anwendungen in der häuslichen Umgebung' speziell für Patienten eingegangen. Hier spielt vor allem das Patientenmonitoring, als auch Ambient Assisted Living (AAL) eine wichtige Rolle. Ersteres wird im nächsten Absatz genauer erläutert.

Laut Definition ist Monitoring [Seo] ein Überbegriff für alle Arten der unmittelbaren systematischen Erfassung, Messung, Beobachtung oder Überwachung eines Vorgangs oder Prozesses mittels technischer Hilfsmittel. Patientenmonitoring ist eine automatische Fern- und Selbstüberwachung sowie -diagnose für Patienten [Fri09]. Dadurch verbessern sich die Möglichkeiten der medizinischen und der Selbstversorgung sowie der häuslichen Pflege. Darüber hinaus unterstützen sie die unabhängige Lebensführung der Betroffenen. Die dafür benötigten Vital- und Bewegungsdaten der Menschen oder der Umgebung müssen somit überwacht und gespeichert werden. So kann in Notfällen eine Alarmierung von Helfern in Abhängigkeit der Schwere der Notsituation erfolgen.

An dieser Stelle wird auf das Kapitel VII *“Anwendungsfälle und Szenarien”* mit dem Beispiel des Patientenmonitorings verwiesen.

Im nächsten Absatz wird näher auf das Modell des Ambient Assisted Living, welches bedeutende Anwendung in häuslicher Umgebung findet, eingegangen.

Auch Ambient Assisted Living (AAL) gewinnt in häuslicher Umgebung immer mehr an Bedeutung. AAL [Fri09] umfasst laut Definition Konzepte und Dienstleistungen, welche neue Technologien und das soziale Umfeld miteinander verbinden und verbessern, mit dem Ziel, die Lebensqualität für Menschen in allen Lebensabschnitten zu erhöhen. Die Systeme tragen demnach zur gesundheitsfördernden Gestaltung von Wohnungen und Wohnungsumfeldern bei. [GF10] Die Ziele von AAL sind beispielsweise den Tagesablauf der Betroffenen zu erleichtern, die Wohnung sicherer zu machen und bei gesundheitlichen Problemen bzw. in Notsituation helfen zu können. [GF10]

Auch an dieser Stelle wird auf das Kapitel VII *“Anwendungsfälle und Szenarien”* verwiesen.

Mediziner und Pflegepersonal stellen allerdings teilweise infrage, ob solche Systeme tatsächlich einen Beitrag zur Arbeitserleichterung erbringen oder nur der Tendenz zum gläsernen Patienten Vorschub leisten. Insbesondere kann nicht davon ausgegangen werden, dass man beim derzeitigen Stand der Technik bereits Systeme implementieren könnte, die die hohen technischen Anforderungen des Gesundheitssystems zu vertretbaren Kosten erfüllen. Von besonderer Bedeutung ist auch der Datenschutz bei solchen Anwendungen des Ubiquitären Computings im Gesundheitswesen und wegen deren Struktur auch mit besonderen Problemen behaftet [GF10]. Diese werden in einem späteren Kapitel *“Datenschutz und Privacy”* genauer beleuchtet.

## 9.1 GEFAHREN FÜR PATIENTEN

### 9.1.1 Sicherheit

Wie bei jeder Technologie sollte auch Ubiquitäres Computing im medizinischen Bereich zuverlässig, fehlertolerant und benutzerfreundlich sein[FRG+10]. Hierbei ist zu beachten, dass der Patient im Falle eines Defekts oder technischen Fehlers nicht in Lebensgefahr geraten darf oder sich in einem Stadium der Hilflosigkeit befindet. Diese komplexen Anforderungen haben natürlich auch einen Einfluss auf die Kosten.

Im Szenario des Patientenmonitorings geht es im vor allem darum, dass der *Mobile Medizinische Assistent* keine Notrufe absetzt die nicht gewollt waren und die Daten logischerweise korrekt gemessen und übertragen werden. Auch beim *Ambient Assisted Living* das ein Aktivitätsprofil nicht falsch automatisch ausgewertet wird und auch hier Alarme nicht falsch ausgelöst werden.

### 9.1.2 Autonomie

Dem Nutzer werden Aufgaben abgenommen, die ihm repetitiv erscheinen oder zu denen er gesundheitlich nicht in der Lage ist [FRG+10]. Grundsätzlich sollte dem Patienten die volle Entscheidungsgewalt zustehen, was aber aufgrund des Prinzips von UbiComp nicht komplett möglich ist. Natürlich hat man die Möglichkeit es in einem gewissen Rahmen abzulehnen, aber dies ist nur ein Teil des Problems. Zu allererst ist der Patient nicht immer in der Lage, in dem Moment in dem UbiComp zum Einsatz kommt, dies abzulehnen (Notfälle oder Ähnliches). Schwerwiegender kommt allerdings noch der Fakt hinzu, dass aufgrund von Demenz oder fehlendem technischem Verständnis bestimmte Zielgruppen nicht in der Lage sind, eine informierte Einwilligung oder Ablehnung zu geben.

Beim Patientenmonitoring hat der Nutzer die Möglichkeit selbstständig Notrufe zu wählen oder die Sensoren abzunehmen. Hierbei ist also ein gewisses Maß an Selbstbestimmung vorhanden, sollte der Patient sich im Nachhinein dagegen entscheiden. Dies ist beim *Ambient Assisted Living* nicht möglich, da die ganze Wohnung mit Sensoren ausgestattet ist. Hier wird durch den Charakter von UbiComp, es schwierig für den Nutzer komplett selbst zu bestimmen, welche

Daten weiter gegeben werden und ob bestimmte Notsituationen Hilfe erfordern oder ob hier die Hilfe erwünscht ist.

## 9.2 CHANCEN FÜR PATIENTEN

Durch die technologische Entwicklung ermöglichen sich neue Anwendungsfälle in Medizin und Gesundheitswesen, eine wichtige Thematik ist "uHealth", ubiquitous health care bedeutet Gesundheitsdienste zu jederzeit und überall [KLK07, Kim09]. Netzwerke in Krankenhäusern helfen Daten von Patienten schnell an die behandelnde Ärzte zu übertragen, unter anderem sind drahtlose Netzwerke ein wichtiger Bestandteil dieser Entwicklung in Richtung "uHealth". Drahtlose Netzwerke ermöglichen Vorteile für Patienten: Nicht nur werden Untersuchungen in Krankenhäusern leichter, effizienter und sind mit weniger Widrigkeiten für die Patienten verbunden, auch in der Wohnung chronisch kranker Menschen können sie von Nutzen sein [JJP09].

Fernuntersuchungen chronisch kranker Patienten durch die persönlichen Ärzte in ihrem Zuhause können laut einer Untersuchung die Einlieferungen in Krankenhäuser um 21% verringern, außerdem konnte die Sterberate der Patienten um 20% verringert werden, zusätzlich wird die Lebensqualität der Patienten erhöht[4]. Weiterhin können Fernuntersuchungen in den Wohnungen der Patienten die Tage, die sie in einem Krankenhaus verbringen, um 26%, wodurch sich auch die verbundenen Kosten um 10% verringern. Zudem verbessern sich Überlebensrate und Patientenzufriedenheit [Pms03].

### 9.2.1 Krankenhaus

Ein geläufiger Weg, Netzwerke zu konstruieren ist eine Verkabelung, dieser Weg ist aber mit Problemen für die Patienten verbunden, welche durch drahtlose Netzwerke komplett unterbunden werden können. Kabelnetzwerke sind meist kompliziert in der Handhabung und wirken unangenehm auf den Patienten, ferner schränken die Kabel den Patienten in seiner Beweglichkeit ein [JJP09]. Ein Beispiel ist die Elektroenzephalografie (EEG) hierbei werden ca. 30 Elektroden an der Kopfhaut des Patienten befestigt (siehe Abbildung 4) um Spannungen zu messen. Hiermit kann die Aktivität des Gehirns über die Zeit gemessen werden.

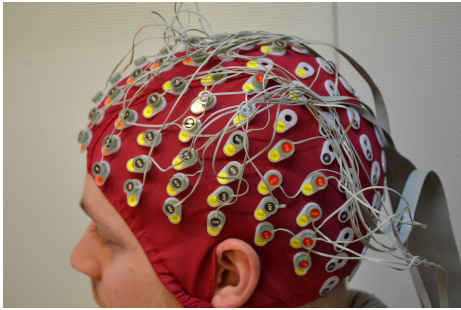


Abbildung 4 Elektroenzephalografie

[<http://www.psychologie.uzh.ch/dam/jcr:ffffffffff-ee02-4002-0000-00003ef7165c/EEG-03.jpg>]

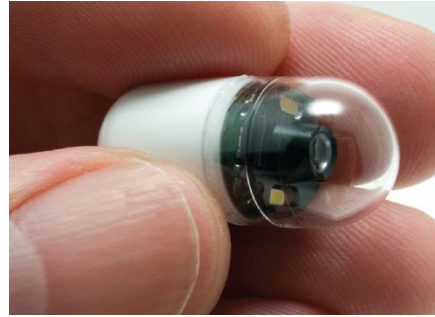


Abbildung 5: Wireless Capsule Endoscopy

[[http://www.techbriefs.com/images/stories/mdb/2012/BRIEFS/40431-187\\_fig1.png](http://www.techbriefs.com/images/stories/mdb/2012/BRIEFS/40431-187_fig1.png)]

Konkret werden RFID-Tags (radio frequency identification), eine Technologie für das berührungslose erkennen eines Objektes, eingesetzt um Patienten die korrekten Medikamente oder Bluttransfusionen zuzuordnen. Im Gachon University Gil Krankenhaus in Korea wurden falsche Behandlungen durch eine korrekte Zuweisung des Spenderblutes auf den Patienten oder eines Krebsmedikamentes mit RFID-Tags gänzlich unterbunden [JJP09]. Außerdem kann mit Hilfe der RFID-Tags verhindert werden, dass Patienten das Krankenhaus ohne Erlaubnis des Arztes verlassen. Somit wird die Patientensicherheit erhöht und es wird Arbeitszeit gespart, die genutzt werden musste um Patienten zu suchen [JJP09].

Weitere positive Anwendungsfälle mit Hilfe von drahtlosen Netzwerken im Krankenhaus sind die schmerzfreie Untersuchungsmethoden, wie ein Herzschrittmacher der Sensordaten drahtlos an einen Empfänger außerhalb des Körpers sendet oder eine kapselähnliche Kamera wie in Abbildung 5 dargestellt, Bilder des Verdauungstraktes aufnimmt, versendet und somit eine unangenehme Endoskopie ersetzt [JJP09].

## 9.2.2 Wohnung des Patienten

Abseits des Krankenhauses gibt es noch weitere Anwendungsfälle für uHealth. In der Wohnung eines Patienten können Sensoren helfen, Daten wie Blutdruck, Puls oder Glukosewerte über einen längeren Zeitraum zu dokumentieren. Davon

würden chronisch kranke Patienten wie zum Beispiel Alzheimer -und Diabetes Patienten oder Patienten mit Herzkrankheiten besonders profitieren.

Sie können mit Hilfe eines Mobilen Gerätes wie zum Beispiel mit einem Mobiltelefon die gemessenen Informationen auslesen [JJP09]. Herzschrittmacher, die mit einem drahtlosem Netzwerk wie beispielsweise das WLAN in der Wohnung des Patienten verbunden sind, ermöglichen es, Daten an den behandelnden Arzt zu übertragen, welche vorher nur mit einem Besuch im Krankenhaus erfasst werden konnten [LM03, Bai05].

Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, dass Notfälle durch vom Patienten getragene Geräte (Wearable) identifiziert werden. Zum Beispiel kann ein Sturz durch im Gerät verbaute Beschleunigungssensoren erkannt werden und ein Notruf über das WLAN und Internet abgesetzt werden [CKC+05]. Diese Technik könnte auch in einem Mobiltelefon verbaut sein, somit wird der Notruf direkt über das Mobilfunknetz abgesetzt.

## 10 AUSWIRKUNGEN FÜR MEDIZINISCHES PERSONAL

Die Digitalisierung des Gesundheitswesens bringt auch neue Arbeitsbedingungen für das medizinische Personal mit sich. Zwar hängt die Umstellung auf vernetzte Computersysteme hinterher, doch das Interesse und die Zustimmung zur Umstellung auf digitale Datenerfassung und Datenaustausch ist vorhanden [Kli15]. So soll sich laut der Studie "Digitalisierung der Gesundheitswirtschaft" die Anzahl an Krankenhäusern mit einer digitalen Strategie innerhalb der nächsten fünf Jahre verdoppeln [Kma]. Dass der Digitalisierung im medizinischen Bereich zunehmend mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird, wird auch durch die Erstellung von neuen DIN-ISO-Normen ersichtlich, beispielsweise ist das an der DIN EN 80001-1 "Risikomanagement für medizinische IT-Netzwerke" aus dem Jahr 2010 zu erkennen.

Die Vorteile für das medizinische Personal sind die Entlastung der Arbeitskräfte durch beschleunigten und umfassenden Informationsgewinn und die Steigerung der Behandlungsqualität durch erhöhte Mobilität und kooperative Arbeitsteilung [FRG+10].

Die Omnipräsenz von Patientendaten bringt für medizinisches Personal Zeitersparnis, da die Suche in digitalen Archiven schnell und ortsunabhängig vonstatten geht [ltb12]. Aus der BaeringPoint-Studie aus dem Jahr 2016 geht hervor, dass allgegenwärtig vorliegende Daten "Predictive Analytics" von Patienten ermöglichen. Das heißt, dass Diagnosen aufgrund von Ereignissen in der Vergangenheit automatisch aufgestellt werden, indem die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einzelner Krankheiten berechnet wird [Boc16].

Damit das Ergebnis einer prädektiven Analyse richtig ausgegeben werden kann, ist eine unverfälschte, vollständige Patientenakte unabdingbar, da ansonsten möglicherweise Möglichkeiten in die Berechnung mit einbezogen werden, die nicht zur Debatte stehen (siehe Mandelentzündung im Szenario "Predictive Analytics").

Einsatzmöglichkeiten für die Kombination von Information mit Örtlichkeit durch UbiComp sind vielfältig.



Um das medizinische Personal in Ubiquitous Computing einzuführen, ist einige Aufklärungsarbeit notwendig. In einem Artikel der Ärzte-Zeitung von 2015 werden, neben den notwendigen finanziellen Mitteln, die Angst vor Veränderung und mangelnde Unterstützung durch Kostenträger als größte Hürden der Digitalisierung dargestellt. Zudem wird die Digitalisierung von 50% der Krankenhausmitarbeiter als Sache der Geschäftsführung angesehen. Das ist besonders in Hinsicht auf die Allgegenwart von UbiComp als Problem anzusehen, da sich bei einer umfassenden Digitalisierung jede Schicht der medizinischen Personalstruktur mit Computersystemen auseinandersetzen muss. [Kli15].

## 10.1 ÄRZTE UND PFLEGER

Im Arbeitsalltag eines Arztes kommt es oft zu Situationen die nicht detailliert kontrolliert werden, sondern routiniert ausgeführt werden [ASR07], beispielsweise die Durchführung einer Anästhesie und im speziellen ihre Dokumentation. Hier kann UbiComp bei der Überwachung und Auswertung eines solchen Vorgangs helfen, da es die Ärzte nicht wie menschliche Beobachter ablenken oder behindern kann [WGS+04]. Außerdem sind menschliche Aufsichten selbst anfällig für Ablenkungen durch anderes Personal, schlechte Sicht oder Erschöpfung bei länger andauernden Prozeduren [SWD+02].

Die hierbei angewendete UbiComp Technologie sind RFID-Chips. Diese dienen wie Barcodes dazu, Objekte schnell mittels einer Datenbank zu identifizieren.

Im Gegensatz zu Barcodes müssen diese Chips aber nicht manuell eingescannt werden sondern kommunizieren über elektromagnetische Welle [Wan06]. Die Chips besitzen also eine beträchtlich höhere Reichweite als einfache Barcodes. Im Durchschnitt beträgt diese 0,5m.



Abbildung 6: Versuchsaufbau zur Überwachung einer Anästhesie aus [HPM11]

R. Houlston, D. T. Parry und A. F. Merry haben in einem Versuchsaufbau, sichtbar in Abbildung 6, die Anwendbarkeit von RFID-Chips zur Lokalisierung von der Position so wie Ausrichtung des Anästhesisten erprobt [HPM11]. Es wurden RFID-Chips am Arzt, den drei Markierten Positionen im OP und an der Decke des Saals angebracht. Die drei Positionen dienen als Orientierungspunkte um den Arzt innerhalb dieses Dreieckes lokalisieren zu können. Die von der Decke hängenden Chips sind notwendig um Basiswerte zu ermitteln falls sich Werte der Umgebung ändern sollten [HPM11].

Die so gemessenen Änderungen der Entfernungen zwischen den Chips ermöglicht ein automatisch erstelltes Bewegungs- und Ausrichtungsprofil welches zuverlässiger erstellt wird als es mit menschlichen Beobachtern möglich wäre.

Houlston, Parry und Merry kommen zu dem Schluss, dass die Analyse der Prozeduren von Ärzten die Sicherheit von Patienten verbessern kann [HPM11]. Allerdings sind die RFID-Chips und die Technologie, deren Daten auszuwerten noch nicht ausgereift genug um einen verbreiteten Einsatz zu rechtfertigen. Auch die Preise sind im Anbetracht der Leistung nicht ausreichend.

Behandelnde Ärzte die Protokolle und Vorgaben einhalten müssen, können aus UbiComp, neben der Zeitersparnis, auch eine Aufwertung der Sicherheit dieser Prozeduren erwarten [HPM11].

Neben dem beschriebenen Einsatz von RFID-Chips zur Erstellung von Ablaufprotokollen können Ärzte auch auf kleinste Aktuatoren zurückgreifen welche in den Körper eines Patienten implantiert werden um dort zum Beispiel im Gehirn elektrische Impulse freizusetzen. Dies hilft bei der Bekämpfung von Alzheimer und Parkinson [BTB00] oder Depressionen [ACM+04].

## 10.2 PFLEGEPERSONAL

In [Dah07] wird anhand einer Studie gezeigt, dass sich UbiComp dann als nützlich erweist, wenn es richtig umgesetzt ist. Betrachtet wurde das Szenario, dass der Patient in seinem Zimmer im Bett liegt. So laufen stationäre Behandlungen immer recht ähnlich ab, die Betreuung wird normalerweise von verschiedenen Krankenpfleger durchgeführt. Besonders wichtig ist, dass Patienteninformationen schnell und einfach abrufbar sind. Die Pfleger sollen dabei ihren Fokus auf den Patienten und nicht auf beispielsweise einen Computer-Bildschirm legen. Als beste Lösung stellte sich hierbei die Kombination aus der örtlichen Position des Krankenpflegers mit einem fest installierten Computer-Bildschirm direkt am Bett des Patienten heraus (siehe Abbildung 7).

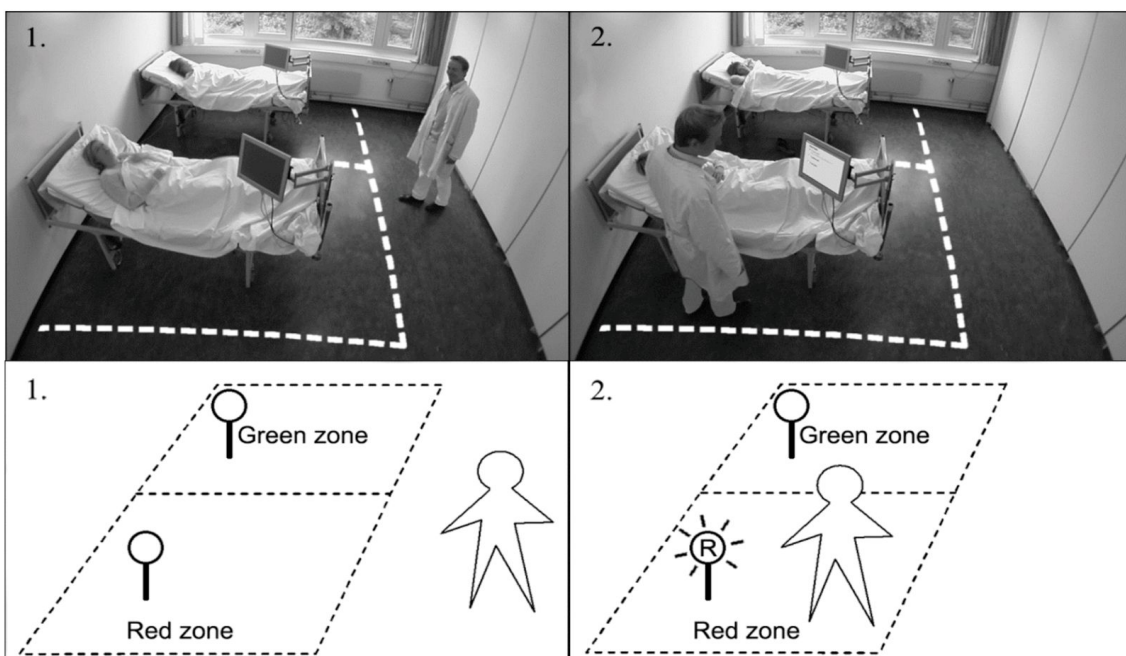


Abbildung 7: Verknüpfung von Lokalität mit Computerterminal am Patientenbett [Dah07]

## 11 DATENSCHUTZ UND PRIVACY

In dem folgenden Abschnitt bewerten wir inwiefern die Digitalisierung der Medizin die Privatsphäre aller Beteiligten beeinflusst.

In der Medizin werden je nach Anwendung Standort-, Bestands-, Nutzungs- und Abrechnungsdaten wie zum Beispiel sensible, medizinische und pflegerische Informationen erfasst und miteinander verkettet, wie bei unserem Abschnitt „Auswirkungen für Ärzte und Pfleger“ schon genannt. Hier muss darauf hingewiesen werden, dass Bestände mit sensiblen, personenbezogenen Daten dezentral auf Servern, in medizinischen Geräten aber auch auf persönlichen Endgeräten gespeichert und untereinander ausgetauscht werden. Dies bedeutet, dass jeder dieser Speicherorte sowie die drahtlose Übertragung gegen unbefugten Zugriff abgesichert sein müssen und dass es ein effizientes und gleichzeitig benutzerfreundliches Verfahren zur Authentifizierung von Nutzern mit unterschiedlichen Zugriffsrechten geben muss [GF10]. Vor einer unbeabsichtigten Weiterleitung müssen die Daten ebenso geschützt werden. Bei einer Vielzahl von mobilen Endgeräten oder anderen Ausgabegeräten besteht die Gefahr, dass eine unbeabsichtigte Weitergabe an Dritte entsteht.

Dadurch, dass eine Vielzahl von Akteuren Zugriff auf einen Patienten hat, sollte sichergestellt werden, dass nur notwendige Daten weitergeleitet werden, um das Ableiten persönlicher Profile bei zum Beispiel Versicherungsunternehmen auszuschließen. Hierbei können aber einige Daten auch mehr Zwecke erfüllen als man anfangs annimmt, zum Beispiel Krankheiten aufdecken, welche bisher undiagnostiziert waren. Somit können Daten zur Gewichtszunahme nicht nur auf Krankheiten deuten, sondern auch auf Ernährungsumstellungen. Allerdings könnten sich, mit Einverständnis des Patienten, diese Daten zu Forschungszwecken nutzen lassen .

Datenschutz im medizinischen UbiComp betrifft nicht nur Patientendaten, die aufgrund der ärztlichen Schweigepflicht den jeweiligen Datenschutzgesetzen unterstehen, auch die Daten von medizinischem Personal werden gesammelt und ausgewertet. Ärzte welche die bereits genannte Anwendung „Aware Media“ nutzten, empfanden die dauerhafte Erfassung ihres Standorts innerhalb ihrer Klinik während der Arbeitszeit nicht als störend, da diese Daten nützlich für andere waren, die sie im Gebäude gesucht hatten. Dennoch gab es Bedenken,

dass längere Aufenthalte in Pausenräumen von der Geschäftsleitung als negativ angesehen werden könnten. Daher ist es wichtig das der Nutzer von UbiComp stets die Kontrolle über seine Daten hat.

Zu UbiComp gehören auch die digitalen Krankenakten EPR (electronic patient record), diese sind in mehreren Ländern bereits gesetzlich vorgeschrieben. Da jedoch nicht alle Daten für den behandelnden Arzt notwendig sind, ergeben sich Fragen in Bezug auf die Datensparsamkeit. Die Nutzung von den Krankenakten spiegelt das generelle Problem wieder: Die Balance zwischen Kontextinformation und Privacy. Ebenfalls gibt es zu bedenken, dass der Patient nach § 305 SGB V seine EPR selbst bearbeiten kann und Einträge löschen darf, was wiederum bedeutet, dass in den Krankenakten wichtige Informationen zur Diagnose fehlen könnten.

Abschließend ist zu sagen, dass die Bedenken im Bezug auf Privacy und Datenschutz im medizinischen Sektor gerechtfertigt sind, jedoch überwindbar durch heutige Technologien. Im Bankwesen wurde ebenfalls Elektronisches Banking eingeführt und in 2014 haben 55% der deutschen online Banking genutzt[Bet14]. Sprich von Technologischer Seite ist es möglich Patienten Daten sicher digital zu Speichern und Abzurufen. „Und in jedem Sicherheitssystem, ist höchstwahrscheinlich der Mensch das unsicherste Glied [Bar96]“.

## 12 AUSBLICK

Der Schutz sensibler Daten von Patienten und Ärzten muss auch zukünftig ein zentraler Entwurfsaspekt bei der Entwicklungen von UbiComp im Gesundheitswesen sein. Durch die Kombination von sensiblen Daten mit Standortinformationen entstehen neue Herausforderungen die zunehmend ein einheitliches Konzept für die Speicherung der Daten zu erfordern scheinen. Zumindest sollten Grundlagen geschaffen werden um dies von Dritten verwalten lassen zu können.

Hierbei muss darauf geachtet werden das Patientengeheimnis bei der Transistion in den digitalen Raum gewahrt bleibt.

Zugang zu sensiblen Daten von Ärzten und Patienten muss, auch zukünftig, von diesen selbst kontrollierbar sein. Wenn mehr Informationen über Gesundheitspersonal ermittelt wird, muss dieses dazu befähigt werden den Zugriff von Dritten zu beschränken. Hier ergibt sich die Frage über das Ausmaß der Kontrolle, ab wann z.B. ein Patient bestimmte Krankheiten bei der Behandlung einer anderen Krankheit verschweigen darf. Dort kann die Diskussion über multiple "Privacy-Schichten" sinnvoll sein. Die Entwicklung kann nur grob extrapoliert werden und obliegt maßgeblich den entwickelnden Instanzen der Technik (UbiComp) sowie dem Gesetzgeber, hierbei lohnt sich der Blick auf schon bestehende Konzepte in anderen Ländern.

## 13 CONCLUSION

Im Verlauf dieser Seminararbeit wurden unterschiedliche Anwendungsfälle für ubiquitäres Computing im Gesundheitswesen vorgestellt und hinsichtlich der Auswirkungen für die betroffenen Akteure untersucht. Im Anschluss wurden diese Folgen im Hinblick auf Datenschutz und Privacy untersucht.

Dabei traten einige Risiken sowohl für Personal als auch Patienten zutage, die in folgenden Implementierungen behoben werden müssen. Andererseits wurden die Chancen von UbiComp zur Verbesserung der Behandlung und Vorsorge, sowie für den Einsatz in privaten Haushalten ersichtlich. Deren Verwirklichung in zukünftigen System unter Berücksichtigung der Privacy könnte medizinisches UbiComp zur Marktreife bringen.

## 14 LITERATURVERZEICHNIS

- [ACM+04] Aouizerate, B., Cuny, E., Martin-Guehl, C., Guehl, D., Amieva, H., Benazzouz, A., ... & Tignol, J. (2004). *Deep brain stimulation of the ventral caudate nucleus in the treatment of obsessive-compulsive disorder and major depression: case report. Journal of neurosurgery, 101(4)*, 682-686.
- [ASR07] Aitkenhead, A. R., Smith, G., & Rowbotham, D. J. (Eds.). (2007). *Textbook of anaesthesia. Elsevier Health Sciences.*
- [BA07] Brown, I., & Adams, A. A. (2007). *The ethical challenges of ubiquitous healthcare. International Review of Information Ethics, 8(12)*, 53-60.
- [Bai05] N. Baisa (2005, April). *Designing wireless interfaces equipment, RFDesign*, pp. 1-5.
- [Bar96] Barrows, C. (1996). "Privacy, Confidentiality: and Electronic Medical Records Abstract The enhanced Goals of Informantional Security In Health Care". *Journal of the American Medical Information Association, 3(2)*, 139-148. Retrieved from Downloaded from jamia.bmj.com on April 10, 2013 - Published by group.bmj.com
- [Bar03] Bardram, J. E. (2003, October). *Hospitals of the future-ubiquitous computing support for medical work in hospitals. In Proceedings of UbiHealth (Vol. 3).*
- [Bet14] Bethge, I. (2014). Zahlen , Daten , Fakten der Kreditwirtschaft. *Bundesverband Deutscher Banken e.V.*, 20. Retrieved from <https://bankenverband.de/media/publikationen/zahlen-daten.pdf> (Letzer Aufruf 12.07.2016)
- [BHM+06  
] Bardram, J. E., Hansen, T. R., Mogensen, M., & Soegaard, M. (2006, September). *Experiences from real-world deployment of context-aware technologies in a hospital environment. In International Conference on Ubiquitous Computing (pp. 369-386).* Springer Berlin Heidelberg.
- [Boc16] A. Bock (14.04.2016). *Digitalisierung im Krankenhaus verfehlt Patientenwünsche.* <http://www.bearingpoint.com/de-de/news-room/pressemitteilungen/digitalisierung-im-krankenhaus-verfehlt-patientenwuensche/>. (letzter Zugriff 30.06.2016)
- [BTB00] Boockvar, J. A., Telfeian, A., Baltuch, G. H., Skolnick, B., Simuni, T., Stern, M., ... & Trojanowski, J. Q. (2000). *Long-term deep brain stimulation in a patient with essential tremor: clinical response and postmortem correlation with stimulator termination sites in ventral thalamus: Case report. Journal of neurosurgery, 93(1)*, 140-144.

- [BW13] Besaleva, Liliya I, and Alfred C Weaver. 2013. CrowdHelp: application for improved emergency response through crowdsourced information. *Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication*. ACM, September 8.
- [CIM+07] Clark, R. A., Inglis, S. C., McAlister, F. A., Cleland, J. G., & Stewart, S. (2007). *Telemonitoring or structured telephone support programmes for patients with chronic heart failure: systematic review and meta-analysis*. *Bmj*, 334(7600), 942.
- [CKC+05] Chen, J., Kwong, K., Chang, D., Luk, J., & Bajcsy, R. (2005, September). *Wearable sensors for reliable fall detection*. In *Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 3551-3554).
- [Dah07] Dahl, Y. (2007). *Ubiquitous computing at point of care in hospitals: a user-centered approach*.
- [DJC+10] Duncan, John F., L. Jean Camp, and William R. Hazlewood. "The Portal Monitor: A Privacy-Aware Event-Driven." *Smart Healthcare Applications and Services: Developments and Practices: Developments and Practices* (2010): 219
- [DOD08] Demiris, G., Oliver, D. P., Dickey, G., Skubic, M., & Rantz, M. (2008). *Findings from a participatory evaluation of a smart home application for older adults*. *Technology and Health Care*, 16(2), 111-118.
- [FBW+13] Farhan, Asma Ahmad, Athanasios Bamis, and Bing Wang. 2013. Locating emergencies in a campus using wi-fi access point association data. *Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication*. ACM, September 8.
- [FRG+10] Friedewald, M., Raabe, O., Georgieff, P., Koch, D. J., & Neuhäusler, P. (2010). *Ubiquitäres Computing: Das „Internet der Dinge“-Grundlagen. Anwendungen, Folgen*
- [Fri09] Friedewald, M. (2009). *Ubiquitäres Computing im Gesundheitswesen*. *TAB Brief*, (35).
- [Geo09] Georgieff, P. (2009). *Aktives Alter (n) und Technik: Nutzung der Informations-und Kommunikationstechnik (IKT) zur Erhaltung und Betreuung der Gesundheit älterer Menschen zu Hause; Arbeitspapier im Rahmen des Strategiefondsprojektes "Demografie und Innovation"*. ISI.
- [GF10] Georgieff, P., & Friedewald, M. (2010). *Herausforderungen durch ubiquitäres Computing im Gesundheitsbereich*. *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, 104(10), 715-720



- [HPM11] Houlston, B. R., Parry, D. T., & Merry, A. F. (2011). *TADAA: towards automated detection of anaesthetic activity. Methods of information in medicine, 50(5)*, 464.
- [HSL10] Hilbe, J., Schulc, E., Linder, B., & Them, C. (2010). *Development and alarm threshold evaluation of a side rail integrated sensor technology for the prevention of falls. International journal of medical informatics, 79(3)*, 173-180.
- [Itb12] *Die digitale Klinik ist realisiert. In: ITBN Nr. 024 vom 03.12.2012*
- [JJP09] Jeong, K., Jung, E. Y., & Park, D. K. (2009, September). *Trend of wireless u-health. In Communications and Information Technology, 2009. ISCIT 2009. 9th International Symposium on* (pp. 829-833). IEEE.
- [Kim09] Kim (2009). *"u-Healthcare is coming," LG Economic Research Institutue*
- [Kir02] Kirn, Stefan. 2002. Ubiquitous healthcare: The onkonet mobile agents architecture. *Net. ObjectDays: International Conference on Object-Oriented and Internet-Based Technologies, Concepts, and Applications for a Networked World*. Springer Berlin Heidelberg, October 7.
- [Kli15] *Klinik 4.0: Auf allen Ebenen ist künftig IT-Know-how gefragt. In: Ärzte Zeitung Nr. 208D vom 28.10.2015, S.15*
- [KLK07] Kang, S., Lee, S., & Ko, Y. (2007). *The Advent of the Era of u-Health. CEO Information, Samsung Economic Research Insitutue.*
- [Kma] *Mehrzahl der Kliniken ohne Strategie. In: kma - Das Gesundheitswirtschaftsmagazin, Jahrgang 20*
- [KS04] Kjeldskov, J., & Skov, M. B. (2004, June). *Supporting work activities in healthcare by mobile electronic patient records. In Asia-Pacific Conference on Computer Human Interaction* (pp. 191-200). Springer Berlin Heidelberg.
- [LM03] Lamberti, F., & Montrucchio, B. (2003, April). *Ubiquitous real-time monitoring of critical-care patients in intensive care units. In Information Technology Applications in Biomedicine, 2003. 4th International IEEE EMBS Special Topic Conference on* (pp. 318-321). IEEE
- [MGB+06 ] Massey, Tammara, Tia Gao, Daniel Bernstein, et al. 2006. Pervasive triage: Towards ubiquitous, real-time monitoring of vital signs for pre-hospital applications. *Proceedings of the International Workshop on Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare.*
- [Mic09] SelectedWorks of Michael Friedewald, "Ubiquitäres Computing im Gesundheitswesen", Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, June 2009  
[https://works.bepress.com/michael\\_friedewald/3/](https://works.bepress.com/michael_friedewald/3/)

- [Pms03] P. M. Systems (2003). *TEN-HMS Study Demonstrates Clinical and Financial Efficacy of Home Telemonitoring: Philips Medical Systems*.
- [RY09] Raad, M. W., & Yang, L. T. (2009). *A ubiquitous smart home for elderly*. *Information Systems Frontiers*, 11(5), 529-536.
- [Seo] *Homepage von SEO-united.de*  
<http://www.seo-united.de/glossar/monitoring/> (letzter Zugriff: 07.07.2016)
- [SCP+05] Santana, P. C., Castro, L. A., Preciado, A., Gonzalez, V. M., Rodríguez, M. D., & Favela, J. (2005, January). *Preliminary evaluation of Ubicomp in real working scenarios*. In *2nd Workshop on Multi-User and Ubiquitous User Interfaces 2005 (MU3I 2005)* (p. 13).
- [SWD+02] Slagle, J., Weinger, M. B., Dinh, M. T. T., Brumer, V. V., & Williams, K. (2002). *Assessment of the intrarater and interrater reliability of an established clinical task analysis methodology*. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, 96(5), 1129-1139.
- [TKO15] Tayama, Yuki, Ryuga Kato, and Ken-ichi Okada. 2015. Triage training system: adjusting the difficulty level according to user proficiency. *Proceedings of the 14th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*. ACM, November 30.
- [TW08] Tolar M, Wagner I. (2008) *Assistive Technologien. Studie im Auftrag des Bundeskanzleramtes*. Wien: TU Wien, Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung
- [Wan06] Want, R. (2006). *An introduction to RFID technology*. *IEEE Pervasive Computing*, 5(1), 25-33.
- [WGS+04] Weinger, M. B., Gonzales, D. C., Slagle, J., & Syeed, M. (2004). *Video capture of clinical care to enhance patient safety*. *Quality and Safety in Health Care*, 13(2), 136-144.
- [WKT09] Watanabe, K., Kurihara, Y., & Tanaka, H. (2009). *Ubiquitous health monitoring at home—sensing of human biosignals on flooring, on tatami mat, in the bathtub, and in the lavatory*. *IEEE Sensors Journal*, 9(12), 1847-1855.