

Weiterentwicklung eines telemedizinischen Patientenkoffers

Sebastian Alsbach, Stefan Stein, Marco Krause

Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik
Universität Koblenz-Landau
Universitätsstraße 1
56070 Koblenz
{salsbach, stein, marcokrause}@uni-koblenz.de

Abstract: Diese Arbeit präsentiert die Konzeption und Entwicklung eines Telemonitoring-Systems. Der mobile Patientenkoffer wird als Beobachtungseinheit für Parkinsonpatienten produktiv genutzt und gleichzeitig als Prototyp kontinuierlich weiterentwickelt. Das ursprüngliche System ist auf ein Einsatzszenario beschränkt und wird lediglich statisch beim Patienten eingesetzt. Der weiterentwickelte Prototyp wird durch Anpassung in Soft- und Hardware aktuellen Anforderungen bezüglich Kompatibilität, Mobilität, erweitertem Benutzerkreis und neuen medizinischen Einsatzmöglichkeiten gerecht. Diese Konzepte werden ausführlich präsentiert. Abschließend erfolgt eine Beschreibung erweiterter Einsatzmöglichkeiten und einer Portierung des Systems auf mobile Endgeräte wie Smartphones oder Tablet PCs.

1 Motivation

Die Gesundheitssysteme der führenden Industrienationen¹ werden in der kommenden Dekade einen fundamentalen Wandel durchlaufen. Gründe hierfür sind sowohl in demographischen Veränderungen, wie auch in den Kosten und in der Qualität der aktuellen Untersuchungs- und Behandlungsmethoden in nahezu allen medizinischen Bereichen zu finden. Diese Faktoren werden den Übergang von einem auf ärztlichen Untersuchungen und Krankenhausaufenthalten basierenden Gesundheitssystem hin zu einem vom Patienten selbst kontrollierten Krankheitserkennungs- und Behandlungsprozess bestimmen. Das sich momentan entwickelnde neue Gesundheitssystem wird dabei auf ein erhöhtes Gesundheitsbewusstsein der Patienten, einen durch Anleitung erreichten gesünderen Lebensstil dieser und dadurch auf eine größere Früherkennung möglicher Gesundheitsrisiken durch den Patienten selbst setzen [Ho05][Ku07][Wy09].

Unterstützende Wirkung in diesem Übergang der Gesundheitssysteme leisten aktuelle und kommende mobile IT-Systeme, schnelleres und nahezu lückenlos verfügbares mobi-

¹ Exemplarische Industrienationen sind z.B. Deutschland und die USA.

les Internet und neue Konzepte der Einbindung von Informations- und Kommunikationstechnologie in die Medizin. Gerade im Gesundheitswesen werden verstärkt moderne mobile Technologien genutzt, welche dort in vielen Bereichen die Prozesse und Abhängigkeiten in der medizinischen Versorgung reformieren. Einer der tragenden Faktoren in dieser Entwicklung ist die schnelle, einfache und gebündelte Erfassung und der Zugang zu gesundheitlich relevanten Informationen von Patienten, den diese Systeme bieten können [Ho05][Ku07][Wy09].

In Zeiten von überfüllten Warteräumen bei Ärzten und steigenden Kosten für Medikamente und Behandlungen braucht es zudem Systeme, welche die ärztlichen Abläufe erleichtern, dem Patienten aber trotzdem eine umfangreiche Analyse seiner Beschwerden erlauben [Ed03]. Die zunehmende Zahl an pflegebedürftigen Menschen und gleichzeitige Kosteneinsparungsbestrebungen führen zu einer sinkenden Zahl des Pflegepersonals pro Patient. Daraus lässt sich ein wachsendes Bedürfnis nach mobilen und hausgebundenen Gesundheitsüberwachungssystemen ableiten [Hu06]. Der Einsatz solcher Systeme soll weder den Umfang oder die Qualität der ärztlichen Betreuung reduzieren, noch allein der Kostenersparnis dienen. Dem Patienten soll vielmehr eine auf ihn zugeschnittene Therapie ermöglicht werden, ohne dabei zusätzliche Arztbesuche sowie längere Krankenhausaufenthalte in Kauf nehmen zu müssen. Da einige Symptome in gewohnter Umgebung genauer diagnostiziert werden können, hilft die heimische Beobachtung auch dem behandelnden Arzt, der zudem seine Zeit effizienter gestalten kann. Letztlich sparen dadurch auch die Krankenkassen, da geringere Behandlungskosten anfallen und kostspielige Krankenhausaufenthalte reduziert werden. Außerdem erlaubt der Einsatz von IT-Systemen die Anzahl der Medienbrüche weiter zu reduzieren [Ku07][Le10].

Im folgenden Kapitel werden technische Ansätze zur verbesserten Unterstützung der Versorgung von Patienten, zur Steigerung der Lebensqualität und zur Kostenreduktion im Gesundheitswesen überblicksartig präsentiert. Darauf aufbauend wird ein telemedizinisches Monitoring-System, der mobile Patientenrolley, vorgestellt. Dieses System wurde von den Autoren konzeptioniert und entwickelt [A112]. Der Prototyp in seiner aktuellen Entwicklung stellt einen ersten Schritt in einer Architektur dar, die das Ziel hat, Benutzer in ihrem persönlichen Gesundheitsmanagement zu unterstützen. Anhand der Erkenntnisse aus der bisherigen Entwicklung der Plattform werden abschließend Ansätze für eine Weiterverwendung und Weiterentwicklung der Technik in anderen medizinischen Einsatzszenarien präsentiert.

2 Ansätze des Einsatzes von mobilen IT-Systemen in der Medizin

Mobile Informations- und Kommunikationssysteme in der Medizin werden in der Fachliteratur oftmals unter dem Begriff „Mobile Healthcare“ zusammengefasst. Alternativ werden auch die Begriffe „Mobile Telemedizin“ oder „Mobile Telemedizin-Systeme“ genutzt. Definiert wird die Telemedizin dabei als „das Liefern von Gesundheitsdienstleistungen und der Austausch medizinischen Wissens über Distanz unter Nutzung von Informations- und Telekommunikationstechnologie“ [Ha06].

Anfangs nur für den Fall entwickelt, die örtliche Distanz zum Arzt zu überbrücken, werden telemedizinische Systeme heute genauso zur Qualitätssteigerung, Kostenreduzierung, Verbesserung der Lebensqualität oder zur Ausbildung von medizinischem Fachpersonal eingesetzt. Die aktuellen finanziellen Entwicklungen, nicht nur im deutschen Gesundheitswesen, fordern telemedizinische Lösungen, um Strukturen und Prozesse effektiver zu vernetzen. Somit wird die Telemedizin in den nächsten zehn Jahren zu einem wichtigen Begleiter des Gesundheitswesens [Tr08]. In der Telemedizin bildeten sich im Laufe der Zeit einige Teilbereiche, deren Gemeinsamkeit die Kombination von Informationstechnologie mit dem Gesundheitswesen ist [Ja09].

In den Bereich der Telekonferenz fallen Systeme, welche die Behandlung von Patienten mittels Videokonferenz, trotz räumlicher Trennung zwischen Arzt und Patient, ermöglichen. Dies kann die Behandlung in großflächigen Landschaften mit geringer Bevölkerungsdichte, wo die Entfernung zum nächsten Arzt oftmals erheblich ist, beschleunigen und dadurch die Lebens- und Versorgungsqualität drastisch verbessern. Statt den Weg zum Arzt anzutreten, wendet sich der Patient an eine zentrale Stelle in der nahen Umgebung. Hier befindet sich beispielsweise ein Arzthelfer, der die Möglichkeit hat, eine Videokonferenz mit einem weiter entfernten Arzt aufzubauen. Der Patient kann dann durch die Unterstützung des Arzthelfers vom Arzt mittels Telekonferenz untersucht werden und dieser kann gegebenenfalls weitere Behandlungsmaßnahmen einleiten. In vielen Provinzen Norwegens ist diese Vorgehensweise bereits Alltag. Zu bedenken ist jedoch, dass die Untersuchung durch Telekonferenz nur bis zu einem gewissen Grad der Beschwerden möglich ist [Ho05][Ja09][Wy09]. Telemonitoring-Systeme hingegen konzentrieren sich überwiegend auf die reine Beobachtung des Patienten und seiner Gesundheitsparameter [Be08][Ho05]. Das Telemonitoring-System muss dabei nicht nur in der Lage sein die Daten zu erfassen, sondern diese auch an einen Arzt zu übertragen [Ja09][Pi10]. Über diese Eigenschaften des Monitorings hinaus, sind auch Kommunikationselemente vorgesehen. Die Möglichkeit zur indirekten Kommunikation etwa durch automatische Informationen, Erinnerungen an Medikamente oder Rückmeldungen des Arztes an den Patienten sind im Umfeld des Telemonitoring ebenfalls vorgesehen. Der im nächsten Kapitel vorgestellte Patienten-Koffer beispielsweise ist ein klassisches Telemonitoring-System [Ja09][Pi10].

Telekonferenz- und Telemonitoring-Systeme können den Zugriff auf das Wissen eines ärztlichen Experten unabhängig von dessen aktuellem Aufenthaltsort ermöglichen und so die technologische und logistische Voraussetzung für eine bessere Nutzung der knappen und teuren Ressource Expertenwissen schaffen. Erweiterte Möglichkeiten in der ortsunabhängigen Erbringung von ärztlichen Dienstleistungen ergeben sich auch durch Satellitentechnologie und Positionierungssysteme der mobilen Endgeräte. Sie ermöglichen beispielsweise die routinemäßige Überwachung der Vitalwerte von Patienten oder aber die Ortung und Notfallversorgung. Telemonitoring-Systeme erlauben es, den Patienten rund um die Uhr zu überwachen und medizinische Daten zu sammeln. Dieser Vorteil bringt nicht nur den Patienten etwas, die dadurch Zeit sparen und eine höhere Lebensqualität erhalten, sondern ebenso den Ärzten. Die Zeit, die sie vormals mit chronisch kranken Patienten verbracht haben, können sie nun vermehrt in akut kranke Patienten investieren. Die medienbruchfreie und kollaborative Einbindung des Patienten in den Behandlungs- und Nachsorgeprozess, welche durch die genannten Systeme erreicht

wird, führt außerdem zu einer Entlastung der Ärzte und Gesundheitseinrichtungen [Ho05][We04].

Der menschliche Wunsch nach Mobilität, kombiniert mit einem steigenden Bewusstsein für Körper und Gesundheit, schafft neue Marktperspektiven im Bereich der Telemedizin. Unter dem Oberbegriff „*Mobile Health*“ konzentriert sich eine Gattung von mobilen Systemen, die neben speziellen medizinischen Geräten auch Smartphones und Tablets einsetzen, um Gesundheitsdaten zu erfassen, zu verarbeiten und auszutauschen [Ja10][Pa08]. Die Vielfalt der Systeme und ihr Einsatzzweck sind breit gefächert. Es existieren Ansätze in Form von tragbarer Monitoring-Technologie mit externer Sensorik [Pa03][Zh06], persönliche Gesundheitsassistenten [Le10][Tr04] und spezielle Smartphone-Applikationen mit Zusatztechnologie², die ebenfalls dem Monitoring von Vitalparametern dienen [Kr12]. Einfache informative Applikationen, beispielsweise zur Ersten Hilfe, gehen über in komplexe Gesundheitslexika mit integrierten Behandlungsvorschlägen und Arztsuche [Do10][Ke10], welche sich wiederum mehr und mehr in komplette mobile Gesundheitsportale entwickeln [Bo10][Kr12][Mi11]. Darüber hinaus existieren einfache Gesundheitsanwendungen wie private Fitnesstrainer, welche meistens der Information und dem gesundheitsbewussten Leben dienen [Ja09]. Einen zusammenfassenden Überblick über die vorgestellten Techniken gibt Abbildung 1.



Abbildung 1: Überblick über mobile Technik in der Telemedizin

² Siehe bspw. Withings (<http://www.withings.com>) oder iHealth Digital Scale (<http://www.ihealth99.com>)

Der Stand der Telemedizin im Allgemeinen und Mobile Health im Speziellen kann verglichen werden mit dem Stand von Online-Banking vor zehn Jahren. Online-Banking damals und Telemedizin heute werden von einigen wenigen, technikinteressierten Benutzern genutzt. Aber ebenso wie das Abwickeln von Bankgeschäften im Internet heutzutage ein nicht mehr wegzudenkender Standard ist, könnte auch die Telemedizin in den nächsten Jahren eine ähnliche Entwicklung vollziehen [Wi11].

3 Der mobile Patientenkoffer als Telemonitoring-System

Der Patientenkoffer ist ein telemedizinisches System zur Prävention, Therapieunterstützung und Nachbehandlung. Die vielseitigen Einsatzszenarien reichen von der einfachen Aufzeichnung von Videosequenzen bis hin zur interaktiven Kommunikation zwischen Arzt und Patient. Das mobile Beobachtungssystem ist sowohl für den kurzzeitigen Einsatz in häuslicher Umgebung des Anwenders, als auch für den langfristigen Betrieb in Pflegeeinrichtungen konzipiert. Neben den Akteuren Arzt und Patient bietet das Patientenkoffer-System Möglichkeiten, Krankenkassen und Apotheken in die Prozesse zu integrieren.

Konzipiert wurde der Patientenkoffer der ersten Generation als ein spezielles Beobachtungssystem für Parkinson-Patienten. Dieses erlaubt es, Videosequenzen in häuslicher Umgebung der Patienten aufzuzeichnen und zur Auswertung automatisch an einen Arzt zu übermitteln. Der Arzt kann so trotz räumlicher Distanz den Gesundheitszustand der Patienten beurteilen und gegebenenfalls Anweisungen zur Medikationsänderung veranlassen. Die Linderung der Symptome der Nervenerkrankung Parkinson erfordert eine individuelle, auf den Patienten zugeschnittene Medikation. Um diese einzustellen, muss sich der Arzt einen genauen Überblick über die Ausprägung der Krankheit verschaffen, was zeitweise eine regelmäßige Beobachtung des Patienten erfordert. Ohne den Einsatz eines mobilen Beobachtungssystems kann dies nur in einem Krankenhaus durchgeführt werden, was neben erheblichen Kosten vermeidbare Strapazen für den Betroffenen verursacht. Mit dem Patientenkoffer lässt sich die Beobachtung kostenreduzierend in einer für den Patienten gewohnten Umgebung durchführen. Eine solche häusliche Therapie ist zudem oft effizienter, da sich einige Symptome in vertrautem Umfeld anders als in einem Krankenhaus darstellen und somit vom Arzt genauer interpretiert werden können. Zudem wird die Lebensqualität der Patienten durch die Beobachtung im privaten Umfeld erheblich gesteigert. Dieses Konzept wird von den Krankenkassen gefördert, sodass heute ca. 80 Systeme des Patientenkoffers der ersten Generation im Einsatz sind [Mb05][St09]. Die erste Patientenkoffergeneration erlaubt lediglich die Betreuung eines Patienten pro Patientenkoffer und ist auf die Therapieunterstützung der Parkinson-Krankheit beschränkt. Zudem ergibt sich durch die noch sperrige Bauform eine eingeschränkte Mobilität des Systems. Der Aufbau und die Inbetriebnahme sowie die Wartung des Systems muss bei dieser Generation immer durch einen Servicetechniker erfolgen, wodurch sich hohe Kosten für den Betrieb ergeben.

Im Rahmen dieses Projekts findet die gestaltungsorientierte Forschungsmethodik des „Design Research“ Einsatz [Ös11][Va04]. Aufgrund des iterativen und mehrstufigen Vorgehens bei der Konzeption und Entwicklung eignet sich dieser Ansatz besonders gut.

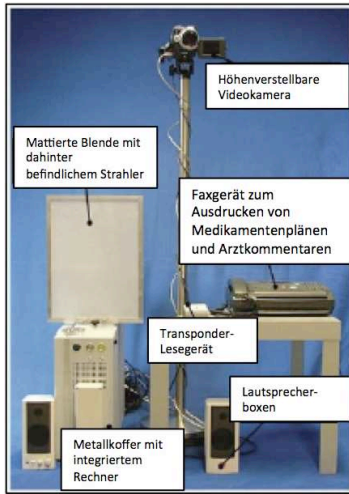
Ausgangspunkt dieses Forschungsansatzes ist stets ein Bedarf für die Lösung eines praxisrelevanten Problems; im vorliegenden Fall das Verbessern der Behandlungssituation von Parkinson-Patienten (*awareness*). Die erste Lösungsskizze auf Basis einer Anforderungsanalyse nebst Konzeption unter Berücksichtigung der Schwierigkeiten des Szenarios und unter Einbezug von Fachkräften (*suggestion*) führte zu einer Prototypentwicklung, dem Patientenkoffer der ersten Generation (*development*). Das entstandene Artefakt ist im Folgenden einer soliden, realweltlichen Evaluation zu unterwerfen, was im produktiven Einsatz der 80 sich im Einsatz befindlichen Systeme geschieht. Diese gesammelten Informationen werden aufbereitet und führen im nächsten Entwicklungszyklus zu einem Re-Design, den im Folgenden vorgestellten Folgeversionen des Patientenkoffers (*operation & goal knowledge*). Die in aufeinanderfolgenden Versionszyklen bzw. durch Evaluationen gewonnenen Erkenntnisse werden zur Verbesserung des Artefakts sowie dem tieferen Verständnis der Gesamtzusammenhänge eingesetzt (*circumscription*). Daraus resultieren die Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Projekt des mobilen Patientenkoffers (*conclusion*).

Der Patientenkoffer wird in seiner ersten Generation produktiv eingesetzt. Darüber hinaus wird er als Prototyp-Version kontinuierlich auf potentielle Einsatzmöglichkeiten hin weiterentwickelt und an die sich ständig ändernden Bedürfnisse im Gesundheitswesen angepasst. Hierzu werden neue Anwendungsszenarien geschaffen, leistungsfähigere kompakte Bauformen des Systems entworfen und flexible anwenderfreundliche Softwarekomponenten kombiniert. So stellen anschließende Weiterentwicklungen des Patientenkoffers z.B. einen Mehrbenutzerbetrieb bereit. Hierdurch ist die Betreuung verschiedener Patienten durch ein einzelnes Beobachtungssystem möglich. Es kann beispielsweise in einem Therapiezentrum zentral aufgestellt sein und den dort aufgenommenen Patienten zur Verfügung stehen. Diese können sich zu einem beliebigen Zeitpunkt am System anmelden und die vom Arzt verordneten Übungen und Tests absolvieren. Der Arzt kann die Aufzeichnungen zu einem späteren Zeitpunkt zusammen mit anderen Befunden beurteilen und gegebenenfalls weitere Maßnahmen einleiten. Neben der Therapieunterstützung von Parkinson-Patienten sind mit der zweiten Version des Patientenkoffers weitere Therapie-Szenarien ermöglicht worden. Patienten mit unterschiedlichen Krankheitsbildern, pflegebedürftige Menschen und Anwender mit präventivem Hintergrund können die Beobachtungseinheit nutzen. Da zusätzliche Therapiemaßnahmen teilweise eine größere Interaktion mit dem Anwender erfordern, ist der Patientenkoffer der zweiten Generation mit zahlreichen Ein- und Ausgabesystemen, wie etwa einem Touchscreen, ausgestattet. Dennoch steht die Mobilität und Einfachheit der Inbetriebnahme des Patientenkoffers im Fokus. Durch eine kompakte Bauform, gängige Kommunikationsmöglichkeiten und eine leichte Inbetriebnahme ist das Aufstellen des Systems und der Betrieb beim Patienten nun, im Gegensatz zur ersten Generation, ohne geschultes Fachpersonal möglich.

Bei der Weiterentwicklung des Patientenkoffer-Prototyps stand vermehrt die Kompaktheit und Robustheit des Systems im Vordergrund. Darüber hinaus sollten auch die Kosten des Baus und Einsatzes optimiert werden. Einhergehend mit der Optimierung der Hardware ging eine Anpassung der Software. Ein individuell zugeschnittenes Softwaresystem war daher ein geeigneter Weg, leistungseffizient zu arbeiten. Es wurde ein Microsoft Windows XP Embedded Betriebssystem verwendet um die Anforderungen zu

erreichen. Der Einsatz führt jedoch zu einigen Einschränkungen, welche sich besonders zu dem Zeitpunkt gezeigt haben, an dem der Support für Windows XP beendet wurde. So ergaben sich Mängel in der Kompatibilität des Systems zu externer Sensorik, eine Eigenschaft die mehr und mehr an Bedeutung gewinnt. Dazu entstanden hohe Kosten für die Lizenz, sowie für die Beschaffung der stetig gleichen Hardwarekonfiguration, da die Software auf diese angepasst worden ist. So war es mit der zweiten Prototyp-Generation nicht möglich, Anforderungen zukünftiger Einsatzszenarien gerecht zu werden. Benötigt wird vielmehr ein offenes und in viele Richtungen kompatibles System [Gon09].

Der aktuelle Prototyp Version 3 wurde daher auf einem modularen, erweiterbaren Open Source Konzept aufgebaut. Austausch von Komponenten und flexible Erweiterbarkeit stehen hierbei auf Hardware- und Softwareebene im Vordergrund. Der Patientenkoffer-Client besteht aus einem Grundelement und verfügt über diverse Zusatzkomponenten, die sich je nach gewünschtem Einsatzszenario individuell ergänzen lassen. So kann das System maßgeschneidert auf die Bedürfnisse der Anwender angeboten werden. Eine Kamera wird beispielsweise nur dann mitgeliefert, wenn es die Therapie erfordert. Das Grundelement besteht aus einem Computer in Embedded-Bauform mit einem fest verschlossenen Gehäuse. Es verfügt neben mehreren USB-Schnittstellen über herkömmliche serielle Anschlussmöglichkeiten. Zudem kommt der Patientenkoffer ohne bewegliche Bauteile wie Lüfter oder Festplatten aus, wodurch ein geräuschloser Betrieb gewährleistet ist. Dies erhöht die Akzeptanz beim Anwender und lässt das System in häuslicher Umgebung nicht als störend erscheinen. Die optional zu ergänzenden Zusatzkomponenten können zum Beispiel eine hochauflösende Kamera, ein Touchscreen oder besonders große Schalter für Patienten mit motorischer Störung sein. Zudem lassen sich auch andere medizinische Geräte anbinden, um beispielsweise Blutdruck, Herzfrequenz, Blutzucker, Körpergewicht oder sonstige Vitalparameter ermitteln zu können. Essentiell ist, dass alle Komponenten sowohl hardware- als auch softwaremäßig über universelle Schnittstellen zu integrieren sind. Der Patientenkoffer stellt zudem die gängigen Funkchnittstellen (WLAN und Bluetooth) bereit, wodurch drahtlose Verbindungen zu weiterer externer Sensorik möglich sind. Eine Personenwaage mit einer drahtlosen Funkchnittstelle, die eigenständig das Gewicht des Anwenders ermittelt und dieses in einem Webinterface bereitstellt, kann dadurch ohne physikalische Verbindung der Systeme Messwerte übertragen. Generell steht eine möglichst einfache Erweiterbarkeit des Systems im Fokus. Die Beobachtungseinheit baut auf einem Linux-Kernel auf und wird mit GNU-Softwarekomponenten ergänzt. Zentrales Element ist hierbei eine Datenbank, die alle erforderlichen Therapiedaten bereitstellt. Die Ablaufsteuerung sowie die Interaktion mit dem Anwender sind in einer speziellen Form einer Webanwendung realisiert. Abbildung 2 zeigt eine Übersicht der Entwicklungsstufen des stationären Patientenkoffer-Clients.



1. Generation



2. Generation



3. Generation

Abbildung 2: Entwicklungsstufen des stationären Patientenkoffer-Clients

Im Umfeld des Patientenkoffers der 3. Generation werden zur strukturierten Übersicht die fünf Benutzerrollen Anwender, Arzt, Krankenkasse, Apotheke und Servicepersonal definiert. Abbildung 3 bietet einen Überblick über die vorgesehenen Benutzerrollen und deren gesicherte Interaktion im Patientenkoffer-System. Jegliche Kommunikation erfolgt über einen zentralen Server des Diensteanbieters, der neben einer durch TLS verschlüsselten Webschnittstelle über ein Datenbanksystem verfügt. Eine Ausnahme ist die Rolle des Anwenders. Seine unmittelbare Interaktion erfolgt über den Patientenkoffer, der hierzu alle notwendigen Informationen, die vom Arzt auf dem Server bereitgestellt wurden, von diesem über eine VPN-Verbindung bezieht und lokal zwischenspeichert. So kann der Anwender auch ohne die Verbindung zum Server die Dienste des Patientenkoffer-Systems nutzen. In der Rolle des Arztes ist es über ein webbasiertes Ärzteportal möglich, Anwender für die Nutzung des Patientenkoffers zu registrieren, sie zu Therapien anzumelden und individuelle Zeitpläne zu erstellen. Weiterhin kann der Therapiestatus einzelner Patienten, sowie deren Therapiedaten, angezeigt werden. Wurde beispielsweise in der letzten Therapiesitzung ein Video aufgezeichnet, wird der Arzt benachrichtigt und er kann die Videosequenz online analysieren. Durch die Integration der Krankenkassen in das Patientenkoffer-System lassen sich Prozesse zwischen Arzt und Krankenkasse vereinfachen und Wartezeiten verkürzen. Krankenkassen können auf einem entsprechenden Portal über angedachte und durchgeführte Therapiebegleitungen mittels Patientenkoffer informiert werden. Diese Angaben beschleunigen Genehmigungsprozesse und ermöglichen eine gezielte Leistungsabrechnung. Gerade für ältere Menschen, die sich mit der Beschaffung ihrer Medikamente überfordert fühlen, bietet die Integration der Rolle „Apotheken“ in das Patientenkoffer-System einen erheblichen Mehrwert. Gibt ein Anwender bei seiner Aufnahme in das Patientenkoffer-System seine bevorzugte Apotheke an, könnte diese über alle Änderungen am Medikamentenplan des Patienten durch S/MIME geschützte E-Mails informiert werden. So kann die Apotheke die benötigte Arznei zeitnah besorgen und dem Anwender zur Verfügung stellen oder, je nach Vereinbarung, direkt zusenden.

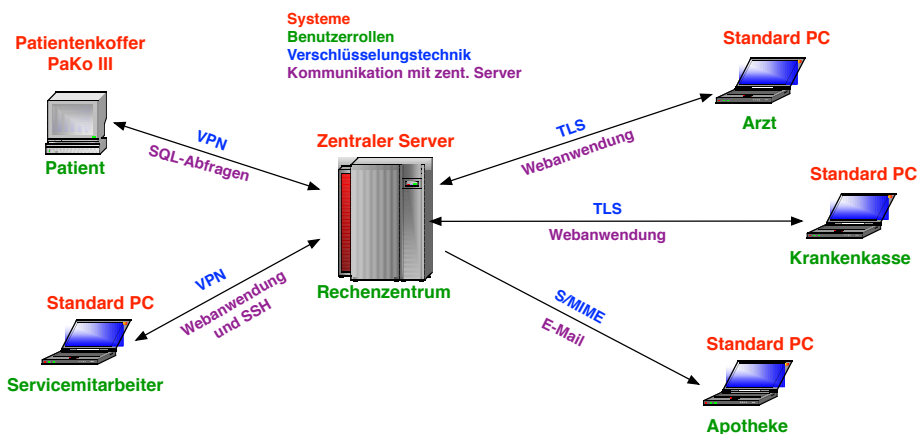


Abbildung 3: Benutzerrollen des mobilen Patienten-Koffer-Systems

Der hier vorgestellte Patienten-Koffer stellt einerseits in seiner produktiv genutzten ersten Generation ein hilfreiches Telemonitoring-System für Parkinson-Patienten dar. Andererseits ist der präsentierte Prototyp der dritten Generation ein abgeschlossener Entwicklungsschritt hin zu einer Architektur, die in vielen verschiedenen medizinischen Einsatzszenarien genutzt werden kann. Auf den Erkenntnissen aus der Konzeption und Entwicklung des gesamten Systems aufbauend, werden im Folgenden mögliche Erweiterungen der Architektur erläutert, die auf eine größere Mobilität, eine erweiterte Benutzergruppe und den Einsatz in neuen medizinischen Szenarien abzielen.

4 Erweiterungen der Patienten-Koffer-Architektur

Die Verbreitung von Smartphones und Tablet PCs eröffnet neue Einsatzfelder im Bereich des Mobile Health. Beim in Kapitel 3 vorgestellten Patienten-Koffer-Client handelte es sich um ein für den Nutzungszeitraum stationär bereitgestelltes System. Aufgrund der Weiterentwicklung dieser Plattform zur Unterstützung der Diagnose unterschiedlicher Krankheiten zeigt sich, dass die Aufnahme bestimmter Vitalwerte idealerweise nicht an einer vorher definierten Stelle erfolgen sollte, um den Benutzer nicht in seinem Handeln einzuschränken. Beispielsweise kann die Erhebung von Blutzuckerwerten unterwegs mittels eines mobilen Blutzuckermessgeräts erfolgen, das diese Daten an ein Smartphone überträgt. Dieses wiederum kann die Daten dem zugehörigen Datensatz des Patienten hinzufügen. Solch ein Vorgehen erlaubt somit eine Bereitstellung von Vitalwerten in Echtzeit. Dies ermöglicht bei schnellen Änderungen der Werte eine frühzeitige Reaktion sowohl vom Patienten, wie auch von Angehörigen, die sofern der Benutzer dies konfiguriert hat, darüber informiert werden. Bei einem solchen Ansatz muss sichergestellt sein, dass fehlerhafte Messwerte nicht zu einer Alarmierung führen, um sowohl den Nutzer, wie auch sein Umfeld nicht zu irritieren.

Ein mobiler Client kann neben der Weiterreichung von Vitalwerten zudem für weitere Aufgabenbereiche eingesetzt werden. Als Plattform bieten sich hierbei marktübliche Smartphones an. Diese sind leistungsstark, kostengünstig und bereits in größeren Bevölkerungsgruppen verbreitet. Zudem existiert bei der Nutzung von Smartphones eine geringere Hemmschwelle, da die Benutzer bereits mit der Nutzung von Applikationen vertraut sind. Durch die vorhandene Hardware eines Smartphones eignen sich derartige Geräte für Szenarien, bei dem der stationäre Patienten-Koffer-Client nicht notwendig wäre. Beispielhaft könnte zum Beispiel die regelmäßige Nachkontrolle von Hautveränderungen sein. Die Anzahl der nötigen Arztbesuche kann reduziert werden, wenn der Patient dem Arzt hochauflösende Bilder bereitstellt anstatt ihn aufzusuchen. Da es sich bei diesem Nutzungsszenario um keine zeitkritische Behandlung handelt, kann der Arzt den Patienten nur im Bedarfsfall zur persönlichen Nachkontrolle einladen. Dieses reduziert für den Patienten unnötige Wartezeiten. Zudem liegen bei diesem Vorgehen die Behandlungsergebnisse bereits in elektronischer Form vor, was ermöglicht, die Anzahl der Medienbrüche während einer Behandlung zu reduzieren.

Die einzelnen Funktionalitäten können in Form von Modulen geeignet arrangiert werden. Ein weiteres Modul stellen dabei die Behandlung unterstützende Fragebögen dar. Dadurch, dass der Benutzer diese ebenfalls im mobilen Umfeld ausfüllen kann, ist es ihm z.B. möglich, ein Patiententagebuch zu führen. In diesem kann er beispielsweise protokollieren, welche Medikation er zu welcher Zeit zu sich genommen hat und wann welche Beschwerden aufgetreten sind. Durch die unmittelbare Nutzung eines derartigen Client und der geführten Befragung, können die Beschwerden wesentlich genauer erhoben werden, als dies zu einem späteren Zeitpunkt beim Arzt möglich wäre. Zudem kann das System im Bedarfsfall die Erhebung von Vitalwerten fordern. Der Vorteil liegt darin, dass der Patient zum Zeitpunkt eines Vorfalles seine Beschwerden zeitnah protokollieren kann. Durch die direkte Übermittlung der Informationen über das Mobilfunknetz an den Arzt erlaubt dieses Szenario auch vorteilhafte psychologische Effekte. Beispielsweise kann der Client bei leichten Angsterkrankungen eingesetzt werden. Der Patient kann seinen Zustand beschreiben und besitzt die Gewissheit, dass diese Informationen im Rahmen seiner persönlichen Arztgespräche während der Therapie eingesetzt werden. Das wahrgenommene Gefühl, sich in einer solchen Situation ausdrücken zu können und unterstützt zu werden, kann die eigentliche Therapie begünstigen.

Die Funktionalität der Fragebögen, kombiniert mit einer multimodalen Eingabe, erweitert den möglichen Benutzerkreis des Systems auf Altersgruppen, die nicht mit dem Umgang mit Smartphones vertraut sind. In diesem Fall eignet sich der Einsatz eines Tablet PCs als Trägerarchitektur. Derartige Systeme können unter anderen zur medienbruchfreien Erhebung von Anamnese-Datensätzen verwendet werden. Zudem kann die Tablet-Plattform bei Einsatzfeldern verwendet werden, in dem großflächige Abbildungen Verwendung finden. Die Software des Systems wird in Anbetracht des zukünftigen Einsatzes auf verschiedenen Smartphone-Betriebssystemen und Tablet PCs plattformübergreifend weiterentwickelt.

5 Ausblick

Die Nutzung unterschiedlicher Geräteklassen und die Kombination der Fähigkeiten kann es dem Benutzer ermöglichen, sich ungebundener und losgelöster von medizinischen Einrichtungen zu bewegen. Zugleich eröffnet sich die Möglichkeit der nicht intrusiven Anreicherung der Datensätze. Der Einsatz von marktüblicher Hardware, die zudem bereits vermehrt beim Patienten vorhanden ist, ermöglicht es zudem, den Diagnosevorgang zu unterstützen bzw. bereits am Zeitpunkt der ersten Beschwerden zu protokollieren. Dies erlaubt bereits eine Nachvollziehbarkeit der Entwicklung von gesundheitlichen Beschwerden zu einem frühen Zeitpunkt und nicht erst in dem Moment, wenn der Leidensdruck des Patienten ihn aktiv zum Arzt führt. Das hier vorgestellte Projekt zeigt anhand der Möglichkeiten eines Prototyp auf, dass die heute verfügbare Hardware bereits das Potential besitzen kann, die Lebensqualität des Patienten zu steigern und gleichzeitig die Kosten der Behandlung zu reduzieren. Die in diesem Projekt entwickelte technologische Plattform wird nun in den nächsten Entwicklungsschritten in Kooperation mit Ärzten für unterschiedliche Anwendungsfälle angepasst, um so eine einsatzfähige generische Plattform bereitzustellen. Hierbei steht die Integration der neuen Technologien und Arbeitsprozesse in die bestehenden Strukturen der Mediziner im Zentrum der Untersuchungen.

Die Zielsetzung der Weiterentwicklung ist eine einheitliche Architektur, die in vielen verschiedenen medizinischen Szenarien eingesetzt werden kann. Die Beobachtung von Patienten, das Erfassen und Auswerten ihrer Gesundheitsdaten, die Übermittlung dieser zum Arzt und die entsprechende Rückkopplung soll dabei ubiquitär ermöglicht werden. Die Autoren untersuchen dabei nicht nur den Einsatz des Systems als reine Behandlungsmaßnahme in der Pflege oder Nachsorge. Die Konzeption hat das Ziel, dass Personen in Zukunft gar nicht erst zu Patienten werden, da sie durch die Früherkennung von Anzeichen und Symptomen frühzeitig therapiert werden können. Darüber hinaus besitzt der behandelnde Arzt bei komplizierteren Vorgängen und Krankheiten durch die kontinuierliche Datensammlung bereits genug Informationen über den Patienten, so dass zielgerichtete Behandlungen möglich sind. Da es sich hierbei größtenteils um schutzbedürftige personenbezogene Daten handelt, sind die Bereiche Datenschutz und Datensicherheit im weiteren Verlauf des Projekts noch näher zu untersuchen. Denn über den reinen Schutz der Datenverbindungen durch VPN und SSH hinaus müssen die Informationen auch auf den verwendeten zum Teil mobilen Endgeräten vor unberechtigtem Zugriff geschützt sein.

Literaturverzeichnis

- [AI12] Alsbach, S. (2012): Patientenkoffer der dritten Generation – Konzeptioneller Entwurf im Open Source Umfeld. Masterthesis. Universität Koblenz-Landau, Fachbereich 4: Informatik, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik.
- [Be08] Berbers, Y.; Preuveneers, D. (2008): Mobile Phones Assisting With Health Self-Care: a Diabetes Case Study. Proceedings of the 10th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services, 2008, Amsterdam, Niederlande, p. 177-186.

- [Bo10] Bonander, J.; Gates, S.; Weitzman, E.; Grajales III, F. (2010): Public health in an era of personal health records: Opportunity for innovation and new partnerships. *Journal of Medical Internet Research*, Volume 12 (Number 3), August 2010.
- [Do10] Dolan, B. (2010): Quest Diagnostics makes lab data liquid with new smartphone app. *mobi health news*, <http://mobihealthnews.com/9314/quest-diagnostics-makes-lab-data-liquid-with-new-smartphone-app/> [vom 28.10.2010, letzter Zugriff 06.04.2012]
- [Ed03] Edwards, N.; Eters, T.; Mabry, S. L.; Schneringer, T. (2003): Intelligent Agents for Patient Monitoring and Diagnostics. *Proceedings of the 2003 ACM symposium on Applied computing (2003)*, p. 257-262.
- [Ha06] Haas, P.: *Gesundheitstelematik: Grundlagen, Anwendungen, Potenziale*. Springer, Berlin 2006.
- [Ho05] Horsch, A.; Krcmar, H.; Kuhn, K.; Leimeister, J. M. (2005): Mobile IT-Systeme im Gesundheitswesen, mobile Systeme für Patienten. *HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Heft 244, August 2005.
- [Hu06] Hubert, R. (2006): Accessibility and usability guidelines for mobile devices in home health monitoring. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, Issue 84 (Januar 2006), p. 26 – 29.
- [Ja09] Jäckel, A. (Hrsg.): *Telemedizinführer Deutschland 2009*. Medizin Forum AG, Deutschland, 2009.
- [Ja10] Jahns, R.-G. (2010): 500m people will be using healthcare mobile applications in 2015⁴, in: *research2guidance – the mobile research specialists*. Research2Guidance, News vom 10.11.2010, <http://www.research2guidance.com/500m-people-will-be-using-healthcare-mobile-applications-in-2015/> [von 2010, letzter Zugriff 06.04.2012]
- [Ke10] Keckley, P. H.; Chung, B. (2010): The Mobile Personal Health Record: Technology-enabled self-care. *Brief Issue*, Deloitte Center for Health Solutions, Oktober 2010, Washington D.C.
- [Kr12] Krause, M. (2012): *Konzeption eines Mobile Health Portals*. Masterthesis. Universität Koblenz-Landau, Fachbereich 4: Informatik, Institut für Wirtschafts- und Verwaltungsinformatik.
- [Ku07] Kulkarni, P.; Öztürk, Y. (2007): Requirements and Design Spaces of Mobile Medical Care. *Mobile Computing and Communications Review (2007)*, Volume 11, Number 3, p. 12-30.
- [Le10] Lee, M.; Gattton, T. M. (2010): Wireless Health Data Exchange for Home Healthcare Monitoring Systems. *Sensors*, Volume 10, April 2010, p. 3243-3260.
- [Mb05] Biemer, M.; Hampe, J.F. (2005): Ein portables medizinisches Monitoringsystem. *Proceedings zum 5. Workshop der GMDS-Projektgruppe (MoCoMed 2005)*, Shaker Verlag, Freiburg 2005.
- [Mi11] Milosevic, M.; Shrove, M. T.; Jovanov, E. (2011): Applications of Smartphones for Ubiquitous Health Monitoring and Wellbeing Management. *Journal of Information Technology and Applications*, Volume 1 (Number 1), Juni 2011, p. 7-15.
- [Ös11] Österle, J. H. B.; Frank, U.; Hess, T.; Karagiannis, D.; Krcmar, H.; Loos, P.; Mertens, P.; Oberweis, A.; Sinz, E.J. (2011): Memorandum on design-oriented information systems research. *European Journal of Information Systems*, vol. 20, 2011, p. 7-11.
- [Pa03] Park, S.; Jayaraman, S. (2003): Enhancing the Quality of Life Through Wearable Technology. *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, Volume 22 (Issue 3), Mai/Juni 2003, p. 41-48.
- [Pa08] Patrick, K.; Grisworld, W. G.; Raab, F.; Intille, S. S. (2008): Health and the Mobile Phone. *American Journal of Preventive Medicine*, Volume 35 (Number 2), 2008, p. 177-181.

- [Pi10] Picot A.; Braun, G.: Telemonitoring in Gesundheits- und Sozialsystemen: Eine eHealth-Lösung mit Zukunft. Springer Berlin Heidelberg 2010.
- [St09] Stein, S.; Hampe, J.F. (2009): PaKo – Der mobile Patienten-koffer. 9. Workshop der GMDS-Projektgruppe Mobiles Computing in der Medizin (MoCoMed 2009) im Rahmen der Informatik 2009, Lübeck, Deutschland.
- [Tr04] Tröster, G. (2004): The Agenda of Wearable Healthcare. IMIA Yearbook of Medical Informatics 2005, p. 125-138.
- [Tr08] Trill, R. (2008): eHealth ist die Zukunft – ein Blick bis ins Jahr 2015, in: Jäckel, J. (Hrsg.): Telemedizinführer Deutschland 2008, p. 102 ff.
- [Va04] Vaishnavi, V.; Kuechler, W. (2004): Design Science Research in Information Systems. <http://desrist.org/desrist> [vom 20.01.2004, letztes Update 30. September 2011, letzter Zugriff am 12.04.2012]
- [We04] Wells, O.; Ng, P.; Lo, L.; Sloman, M.; Peters, N.; Darzi, A.; Toumazou, C.; Yang, G. (2004): Ubiquitous Monitoring Environment for Wearable and Implantable Sensors(UbiMon). Sixth International Conference on Ubiquitous Computing, 2004, Nottingham.
- [Wi11] Wiehr, H. (2011): Warum Google Health scheitern musste. <http://www.cio.de/healthcareit/bestpractice/2280442/> [vom 05.07.2011, letzter Zugriff am 06.04.2012]
- [Wy09] Wyne, M. F.; Vitla, V. K.; Raougari, P. R.; Syed, A. G. (2009): Remote Patient Monitoring Using GSM and GPS Technologies. Journal of Computing Sciences in Colleges, Volume 24 (Issue 4), April 2009, p. 189-195.
- [Zh06] Zhenjiang, M.; Baozong, Y.; Mengsun, Y. (2006): A Pervasive Multimodal Tele-Home Healthcare System. Journal of Universal Computer Science, Volume 12 (Number 1), Januar 2006, p. 99-114.