

## **Mobiles Aktivitätsmonitoring für ambulante Dienstleistungen im Gesundheitswesen**

Analyse auf Basis der klinischen Fallstudie „MS Nurses“

von Asarnusch Rashid und Carsten Holtmann, FZI

**Inwieweit Pervasive Computing bei der Behandlung und Therapie von Patienten mit Multiple Sklerose (MS) unterstützend wirken kann, wurde im Rahmen des Forschungsprojektes PerCoMed<sup>1</sup> untersucht. Hierfür wurde eine medizinische Studie initiiert, bei der ein umgebauter Gürtel, der „actibelt®“, erprobt wird, mit dessen Hilfe durch eine kontinuierliche, alltagstaugliche Bewegungsmessung Gehstörungen und Aktivitätsbeeinträchtigungen frühzeitig erkannt werden können. In einem interdisziplinären Ansatz wird der klinische Einsatz der actibelt-Technologie im Hinblick auf medizinische, soziotechnische und ökonomische Aspekte evaluiert. Die Ergebnisse aus dieser Studie sollen als Ausgangsbasis für den breiten Einsatz innovativer Technologien in der medizinischen Aktivitätsanalyse dienen und dazu beitragen, neue Erkenntnisse über die Anwendung des Pervasive Computing in der Medizin zu gewinnen.**

### **1 Einleitung**

Die Entwicklung neuer Technologien für das Pervasive Computing stieg in den letzten Jahren stark an und erscheint für Anwendungen in der medizinischen Versorgung vielversprechend (Varshney 2003; Butler 2006). Pervasive Computing ist nach Satyanarayanan als Einsatz kleinster Systeme zu verstehen, die „unsichtbar“ in Gegenständen und der alltäglichen Umgebung integriert und mit Kommunikationseinheiten und Sensoren zur Interaktion mit ihrer Umgebung ausgestattet sind (Satyanarayanan 2001).

In diesem Beitrag wird ein Beispiel für ein solches Anwendungsszenario präsentiert: In den letzten Jahren war eine stark zunehmende Entwicklung von Systemen für die Überwachung von Bewegung bzw. Aktivitäten zu beobachten. Zahlreiche Unternehmen und For-

schungseinrichtungen entwickeln diese Systeme dabei auch speziell für die Anwendung in klinischen Studien und in der Rehabilitation, aber auch bei der Pflege älterer Menschen oder für den allgemeinen Einsatz im Home-Care-Bereich. Auch für sportliche Freizeitaktivitäten werden bereits entsprechende Systeme angeboten. Mit deren Hilfe sollen Informationen über Vitalparameter oder alltägliche Aktivitäten eines Patienten über einen längeren Zeitraum gesammelt und aufbereitet werden. Der Arzt sowie der Patient selbst können dadurch einen objektiveren Überblick über das Aktivitätsprofil erlangen und basierend auf diesen Daten geeignete (medizinische) Maßnahmen ableiten.

Im Rahmen der im Folgenden vorgestellten Fallstudie „MS Nurses“ wird die Möglichkeit geschaffen, die täglichen Aktivitäten von Patienten mit Multiple Sklerose (MS) zu erfassen und Korrelationen zwischen Aktivität und dem Grad des Krankheitsverlaufes des Patienten zu identifizieren. Hierfür kommen bereits vorhandene Systeme zum Aktivitätsmonitoring zum Einsatz.

Diese auf zwei Jahre ausgerichtete Studie „MS Nurses“ ist Teil des Forschungsprojektes PerCoMed („Pervasive Computing in der vernetzten medizinischen Versorgung“), das Anfang 2006 gestartet wurde (siehe auch Einführung im Schwerpunkt dieses Heftes). Unter Einbeziehung der PerCoMed-Partner wurde diese Studie vom FZI Forschungszentrum Informatik, der Neurologischen Klinik Bad Neustadt / Saale, der Trium Analysis Online GmbH und dem Sylvia Lawry Centre for Multiple Sclerosis Research (SLCMSR) initiiert und bereits in unterschiedlichen Fachkreisen vorgestellt (Rashid, Holtmann 2007; Rashid et al. 2007). Anhand der Studie sollten die Forschungspartner eigene Erfahrungen bei der Einführung solcher telemedizinischen Technologien sammeln und Innovationstreiber und -hemmnisse identifizieren.

Das Ziel dieses Artikels ist es, die Ergebnisse der ersten Phase der Kommunikation zwischen Technologieanbieter, Forschungseinrichtungen, Medizinern und dem moderierenden Forschungsunternehmen vorzustellen und die Ergebnisse der Studie nach einem Jahr Laufzeit zu präsentieren. Es wird aufgezeigt, wie die Behandlung der Krankheit Multiple Sklerose durch Systeme für Aktivitätsmonitoring unterstützt werden kann, wie die Auswahl einer dafür adäquaten Technologie erfolgte und wie die

Evaluation der Technologie gestaltet wurde. Abschließend werden die „Lessons learned“ aus der Fallstudie für zukünftige Studien zum Thema Aktivitätsmonitoring zusammengefasst.

## **2 Zum Design der Fallstudie**

In der Fallstudie wurde vor dem medizinischen Hintergrund der Multiplen Sklerose ein Szenario für den Einsatz von Pervasive-Computing-Technologien zum Aktivitätsmonitoring entwickelt, darauf aufbauend Anforderungen an die einzusetzende Pervasive-Computing-Technologie aufgestellt und anschließend die Technologie ausgewählt sowie die Vorgehensweise zur Datenerhebung und -auswertung bestimmt.

### **2.1 Medizinischer Hintergrund zur Krankheit Multiple Sklerose**

Bei einer derzeitigen Prävalenz von etwa 120.000 Patienten ist die Multiple Sklerose (MS) in Deutschland eine der häufigsten neurologischen Erkrankungen zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr. Sie ist eine chronische Krankheit, die sehr unterschiedliche Formen annehmen und in einzelnen Schüben oder auch langsam ansteigend über einen langen Zeitraum hinweg auftritt. Oft treten bei dem Patienten jedoch zunehmend neurologische Störungen auf, was darauf zurückzuführen ist, dass die Erkrankung sich verschlimmert hat (Compston et al. 2005). Vor allem die Beeinträchtigung der Gehfähigkeit steht im engen Zusammenhang mit Lebensqualität und Arbeitsunfähigkeit von Menschen mit MS.

### **2.2 Anwendungsszenario der Fallstudie**

Bezogen auf die Behandlungsmöglichkeiten bei MS wurde in der Fallstudie „MS Nurses“ folgendes Szenario für den Einsatz der Bewegungsanalyse in der MS-Behandlung herangezogen: MS-Patienten, die zu Hause eigenständig leben und arbeiten, besuchen ihren Arzt üblicherweise alle drei bis sechs Monate zur Basisuntersuchung. In der Zeit zwischen den Untersuchungen tragen sie ein Gerät, welches kontinuierlich ihre Bewegungen im Alltag aufzeichnet. Daher darf das Gerät den Patienten in sei-

nem Alltag nicht beeinträchtigen und sollte im Idealfall überhaupt nicht wahrgenommen werden. Bei den Untersuchungen (zu Hause, beim niedergelassenen Arzt oder im Krankenhaus) werden die Daten vom Gerät ausgelesen und ausgewertet. Die bisher üblichen Untersuchungen liefern nur eine statische Momentaufnahme vom Patienten zum Zeitpunkt der Untersuchung. Im Unterschied hierzu sollen mit Hilfe des neuen Gerätes der Gesundheitszustand des Patienten zwischen den Untersuchungen erfasst und damit Tendenzen zur Krankheitsentwicklung in den letzten Monaten abhängig von den Aktivitätsaufzeichnungen aufgezeigt werden können.

Die Lebensumstände von Menschen mit MS sind dabei durchaus unterschiedlich. Die Krankheit ist in allen Altersklassen vertreten. Manche Patienten können sich noch sportlich betätigen, während andere weitestgehend an den Rollstuhl gebunden sind. Die meisten an MS erkrankten Menschen wissen sehr gut über ihre Krankheit Bescheid und sind sehr interessiert an ihrem aktuellen Stand und dem absehbaren weiteren Verlauf. Deshalb haben sie meist ein starkes Eigeninteresse, ihr Bewegungsverhalten untersuchen zu lassen. Da MS-Patienten oftmals einen engen Kontakt zu ihrem Arzt halten wollen, ist eine Reduzierung der Arztbesuche nicht gewollt.

### **2.3 Anforderungen an Technologien zum Aktivitätsmonitoring**

Das in der Studie zu verwendende Gerät soll im ambulanten Bereich eingesetzt werden und Informationen über die alltäglichen Bewegungen des Patienten sammeln. Damit scheidet alle technischen Lösungen aus, die im klinischen Umfeld durchgeführt werden müssen. Mittels des Gerätes sollte es möglich sein, Aktivitäten zu erkennen und zu klassifizieren. Zu diesen Aktivitäten gehören u. a. einfache Bewegungsmuster (wie Gehen, Laufen, Sitzen, Stehen und Liegen), darüber hinaus aber auch komplexere Aktivitäten (wie z. B. Treppensteigen, Fahrradfahren). Des Weiteren sollten Stürze sowie asymmetrische Gangbilder identifiziert werden können. Das Bedienen des Gerätes sowie sein Anlegen müssen dem Patienten ohne großen Aufwand möglich sein. Das Gerät darf dabei die Patienten bei ihren alltäglichen Aktivitäten weder stören noch einschränken.

## 2.4 Technologien zum Aktivitätsmonitoring

Für die klinische Akzeptanz von Daten aus einer apparativen Bewegungsanalyse müssen die dafür eingesetzten Technologien bestimmte Voraussetzungen erfüllen (Brand, Crowninshield 1981). In einem Technologievergleich (mit u. a. Fußschaltern, Beschleunigungssensoren, elektronischem Goniometer, optischer Bewegungsanalyse, Laufmatten und Gyroskop) wurde im Rahmen der Fallstudie festgestellt, dass Beschleunigungssensoren die Anforderungen für das Aktivitätsmonitoring von Menschen für den Einsatz im ambulanten Bereich zum aktuellen Zeitpunkt am besten erfüllen (Rashid et al. 2007).

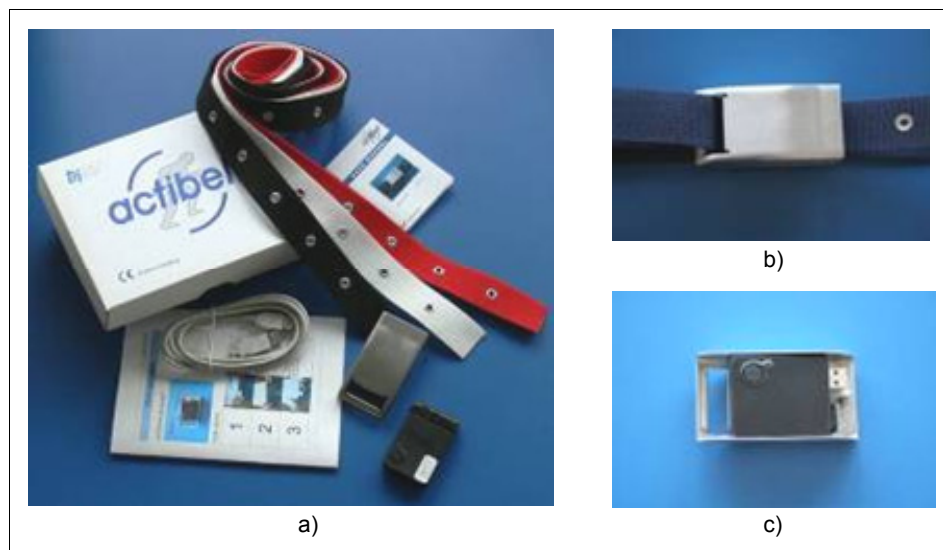
Aufgrund der Ergebnisse des Technologievergleichs wurde in der Fallstudie von der neurologischen Klinik Bad Neustadt und dem FZI Forschungszentrum Informatik die Entscheidung getroffen, das actibelt-System als Technologie einzusetzen und somit die SLCMSR und die Trium Analysis Online als Kooperationspartner in der Fallstudie aufzunehmen. Das Gerät kann die meisten Bewegungsklassen identifizieren bzw. klassifizieren und bietet mit seiner Integration in die Gürtelschnalle einen hohen

Grad an Tragekomfort. Zudem stellt sich die Bedienung des Gürtels für den Patienten als sehr einfach dar, da dem Patient nur das Ein- und Ausschalten des Gürtels sowie das ca. wöchentliche Aufladen des Akkus auferlegt wird.

## 2.5 Das actibelt-System

Der actibelt ist ein Gemeinschaftsprodukt des SLCMSR und der Firma Trium Analysis Online (siehe Abb. 1). Er besteht aus einem triaxialen Beschleunigungssensor, der in eine alltagsübliche Gürtelschnalle integriert wurde. Mit Hilfe des actibelt können die Bewegungsklassen „Sitzen“, „Liegen“, „Stehen“, „Gehen“, „Stolpern“ und „sportliche Aktivität“ (wie z. B. Joggen) unterschieden und der Grad der Körpersymmetrie gemessen werden. Per USB-Anschluss werden die Daten vom Gürtel auf den PC übertragen. Die Messdaten werden über eine webbasierte Plattform an das SLCMSR übermittelt und dort ausgewertet. Als Output jeder Messsequenz wird ein Aktivitätsbericht auf der Webplattform zur Verfügung gestellt und für den Arzt zugänglich gemacht.

**Abb. 1: Das actibelt®-System**



- a) Gesamter Lieferumfang
- b) Vorderansicht der Gürtelschnalle
- c) Rückansicht der Gürtelschnalle

Foto: SLCMSR

## 2.6 Datenerhebung und -auswertung

Mit der Auswahl der Technologie musste auch verstanden werden, wie die erfassten Daten auszuwerten sind, um medizinische Aussagen treffen und die zukünftige MS-Behandlung unterstützen zu können. In Abstimmung mit den Medizinern des Krankenhauses wurde daher beschlossen, dass in der Studie untersucht werden soll, ob Ärzte mit Hilfe der Bewegungsanalyse zur Überwachung des Gesundheitszustandes von Patienten die frühen Signale einer Verschlechterung besser erkennen können, um so frühzeitig Anpassungen in der Therapie vornehmen zu können.

Daher wurde die Fallstudie mit dem Ziel konzipiert, die Daten aus dem actibelt mit spezifischen MS-Symptomen zu assoziieren. Dies scheint der günstigste Weg zu sein, um Korrelationen zwischen der „Expanded Disability Status Scale“<sup>2</sup> und den Bewegungsprofilen bzw. Aktivitätsindizes zu finden und Muster von ungewöhnlichen Bewegungen (wie z. B. Gleichgewichtsstörungen oder auffällig häufige Ermüdungserscheinungen) zu identifizieren. Die Datensammlung wurde April 2007 begonnen und ist bis Ende 2008 geplant.

Die klinische Studie teilt sich auf in einen Kontrollaufbau und einen ambulanten Aufbau. Im ambulanten Aufbau haben MS-Patienten den actibelt eine Woche lang zu Hause getragen und den Gürtel danach zum Auswerten zurück ins Krankenhaus gebracht. Hierfür wurden neun Geräte von der SLCMSR zur Verfügung gestellt. Die Teilnehmer der Studie sind Patienten mit einem EDSS weniger als fünf, die noch über eine längere Distanz ohne weitere Hilfe selbstständig laufen können. Ein weiteres Gerät wird bei einer Kontrollgruppe eingesetzt, die aus Menschen ohne MS besteht, die den Gürtel eine Woche lang tragen.

Im Rahmen dieser Studie übernimmt die Neurologische Klinik Bad Neustadt / Saale die Betreuung der Patienten und die Datenerhebung. Das FZI Forschungszentrum Informatik ist für das Design, die Koordination und die Evaluation der Studie verantwortlich. Das SLCMSR und die Trium Analysis Online GmbH sind für die Entwicklung und Verbesserung der Technologie sowie für die Auswertung der erhobenen Daten zuständig. Im Rahmen der Studie wurde zeitgleich auch eine

Benutzerakzeptanzanalyse vom „IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung“ durchgeführt. Die Ergebnisse der Benutzerakzeptanzanalyse werden in dem Beitrag von Wölk et al. in diesem Heft diskutiert.

## 3 Die Zwischenergebnisse sind viel versprechend

Im Verlauf der Untersuchung, in der bislang 48 Patienten (Menschen in verschiedenen Stadien der MS) und 18 Personen aus der Kontrollgruppe (Menschen ohne MS Erkrankung) analysiert werden konnten, erwies sich die Auswahl der Technologie als Erfolg versprechend. Sowohl die oben beschriebenen patientenbezogenen Anforderungen Benutzerfreundlichkeit, Batterieverbrauch und Tragbarkeit als auch die medizinischen Anforderungen Aktivitätserkennung und -klassifikation wurden erfüllt.

Die ersten Daten zeigen, dass sich die Bewegungsdaten zwischen gesunden Menschen und Menschen mit MS unterscheiden. Es ist auffällig, dass gesunde Menschen deutlich aktiver im Alltag sind und weniger sitzen oder liegen als Menschen mit MS. Aussagen zu Unterschieden zwischen den einzelnen Krankheitsstufen können bei dem aktuellen Zwischenstand noch nicht getroffen werden. Ab einer Teilnehmerzahl von ca. 100 Patienten und 30 gesunden Menschen sind erste signifikante Aussagen mit Hilfe der statistischen Auswertungen möglich. Im Laufe der Untersuchungen wurde auch immer offensichtlicher, dass diese Studie nur einen ersten Schritt darstellt und unsere Untersuchungen der Grundlagenforschung zuzuschreiben sind. Es sind weitere Studien notwendig, um sichere medizinische Aussagen treffen zu können.

Die Handhabung des Gürtels fiel den Patienten nach einer kleinen Einweisung und Aufklärung durch den Arzt leicht. Es hat sich bestätigt, dass die angesprochenen MS-Patienten gegenüber neuen Ansätzen zur Gewinnung von Informationen über ihre Krankheit tatsächlich sehr aufgeschlossen sind.

Für einen dauerhaften Einsatz von Bewegungsmonitoring sind jedoch noch einige Basisprobleme zu beheben: Beispielsweise erwies sich die Datenübertragung von Gürtel zum PC als langwierig und für einen PC-Anfänger vergleichsweise kompliziert. Auch das darauf

folgende Ablegen der Daten auf eine Webplattform ist zeitintensiv und weist Verbesserungspotenzial auf.

#### 4 Resümee

Durch die Studie konnten auch potenzielle Barrieren identifiziert werden, die durch die gesundheitspolitischen und -ökonomischen Strukturen bedingt werden. Hierbei nehmen

- fehlendes medizinisches Wissen,
- fehlende Finanzierungsmodelle für die Durchführung vergleichbarer Studien und deren Überführung in den Regelbetrieb,
- fehlende Bestimmungen zum Datenschutz bzw. Datenverantwortung und
- fehlende Moderationsprozesse

eine zentrale Rolle ein.

Hervorzuheben ist, dass die medizinische Forschung bei der Bewegungsanalyse noch am Anfang steht. Allerdings wird erwartet, dass die medizinische Forschung durch diese Art von Technologie Fortschritte erzielen kann. Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass die bisherigen und auch die anschließenden Forschungsarbeiten in den nächsten Jahren noch Grundlagenforschung sein werden und erst mit der ausführlichen Auswertung großer Datenmengen erste medizinische Aussagen getroffen werden können. Allerdings wären mit herkömmlichen Methoden (wie z. B. direkten Beobachtungen) sehr aufwändige Studien zur Aktivitätsbeobachtung von Patienten notwendig gewesen. Patienten müssten über jede ihrer Aktivitäten Buch führen und täglich untersucht werden. Die Studienbedingungen würden von den Patienten eine sehr disziplinierte und arbeitsintensive Mitarbeit erzwingen, die den Alltag des Patienten stark einschränken würde. Das lässt die Schlussfolgerung zu, dass durch Pervasive-Computing-Technologien neue Wege in der medizinischen Forschung ermöglicht werden und neue Ansätze in der Patientenversorgung untersucht werden können.

Die Finanzierung der Studie wurde bisher aus Eigenmitteln der Forschungspartner sichergestellt. Die personellen Ressourcen (Ärzte zur Datenerhebung, Mathematiker zur Auswertung, Projektmanagement) wurden ohne Kostendeckung von den Projektpartnern bereitgestellt.

Ohne die Unterstützung durch das PerCoMed-Forschungsteam wäre die Studie sehr wahrscheinlich nicht zustande gekommen. Ungeklärt ist, wie sich ein solches System zukünftig finanzieren lässt. Aus Sicht des Technologieherstellers soll die Finanzierung entweder über Krankenhäuser, Krankenkassen oder durch Sponsoring der Pharma-Industrie erfolgen. Das Krankenhaus könnte die Erkenntnisse und die Technologie dazu verwenden, Therapieabbrüche zu verhindern und den Patienten als Kunden an das Krankenhaus zu binden. Allerdings wäre dafür von den Krankenkassen ein geeignetes Finanzierungsmodell zu erstellen, um dem Krankenhaus auch finanzielle Anreize zur Verbesserung der Therapie und der Verhinderung von Therapieabbrüchen anzubieten. Letztendlich erleiden Patient und Krankenkasse bzw. die Gesellschaft einen Schaden durch die Therapieabbrüche, da damit der Patient langsam aber sicher zum Pflegefall wird und später deutlich kostenintensivere Rehabilitations- und Pflegeprozesse verursacht (siehe dazu den Beitrag von Orwat und Panova in diesem Heft).

Außerdem ist das Thema Datenschutz bzw. Datenverantwortlichkeit noch ungeklärt. In der aktuellen Studie wurde in einem Kooperationsvertrag bestimmt, dass die erhobenen Daten der Klinik und dem SLCMSR gehören, wobei der Arzt in der Klinik keine Einsicht auf die Sensordaten des Gürtels erhält, da diese verschlüsselt übertragen werden. Das Szenario sieht vor, dass die Klinik die Sensordaten und die klinischen Daten an die SLCMSR überträgt und von der SLCMSR eine Auswertung der Daten erhält. Die Patienten werden darüber aufgeklärt und gewähren durch ihr Einverständnis die Analyse der erhobenen Daten. Diese Vorgehensweise ist für eine solche Studie in einer solchen frühen Phase möglicherweise üblich, allerdings ist die Speicherung von Bewegungsdaten und klinischen Daten bei externen (nicht klinischen) Dienstleistern für zukünftige Studien aus der Perspektive des Datenschutzes zu diskutieren. Dies könnte dadurch umgangen werden, dass die SLCMSR die Sensordaten zwar auswertet, aber die Klinik die Auswertung eigenständig mit den klinischen Daten verknüpft und darauf aufbauend medizinische Entscheidungen trifft.

Darüber hinaus ist unklar, wie verbindlich und vertrauenswürdig die Aussagen der Auswertungen sind. Es stellt sich hierbei die Frage,

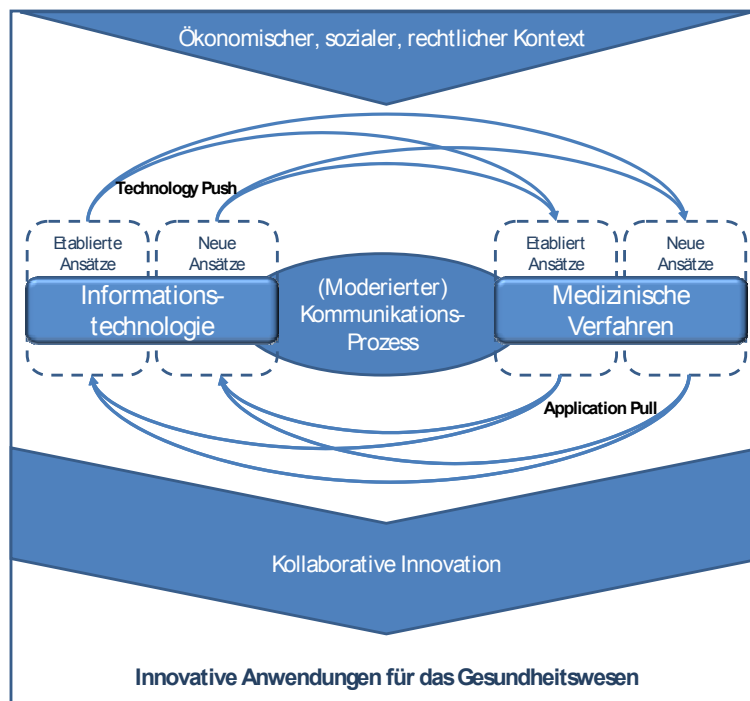
ob ein Arzt sich auf computergestützte Auswertungen verlassen darf und wie mit deren Fehlern umgegangen wird. Es ist auf jeden Fall davon auszugehen, dass die Daten, die im Alltag von Menschen gemessen werden, immer mit Unsicherheiten und Fehlern behaftet sein werden und die Auswertungen nur Hinweise geben können. Falls pervasive Technologien breiten Einsatz finden sollen, wird dies auch nachhaltig auf den Berufsstand der Ärzte Einfluss nehmen, da der sichere und verantwortungsvolle Umgang mit Technologie in Zukunft zur Voraussetzung für die medizinische Praxis – wie es schon bei Ultraschall, Computertomografie oder Magnetresonanztomografie etc. der Fall ist – werden könnte.

Neben der sorgfältigen Auswahl der Technologie und der Konzipierung des Systems war es die besondere Herausforderung, das medizinische Anwendungspotenzial von Pervasive Computing in detaillierten Gesprächen mit Ärzten und Anwendern zu identifizieren und anhand eines geeigneten Studiendesigns zu analysieren. Die ersten Ergebnisse der konzipierten Studie zeigen, dass mit Hilfe von Beschleunigungssensoren auch neue medizinische Analyse- und

Monitoring-Methoden möglich werden, die aber in ihrer Qualität noch exakt zu evaluieren sind. Für die Einführung innovativer technischer Ansätze in den medizinischen Regelbetrieb sind das Vorliegen qualitativer und quantitativer Bewertungen sowie die ausführliche Analyse von Handhabbarkeit und Benutzerakzeptanz erfolgskritisch. Wie in Abbildung 2 illustriert, erfordern diese Analysen einen ausgeprägten Kommunikations- und Moderationsprozess zwischen technischen Innovatoren bzw. Anbietern und medizinischen Anwendern.

In der Fallstudie konnte die Erkenntnis gewonnen werden, dass Anbieter neue technologische Ansätze in Anwendungen umsetzen möchten, aber Mediziner auf der einen Seite mit den Grenzen ihrer bisherigen Vorgehensweise vertraut, auf der anderen Seite jedoch unsicher bei der Einschätzung der Möglichkeiten neuer Technologien im Allgemeinen und von Pervasive Computing im Speziellen sind. Gerade aufgrund der besonderen ökonomischen, sozialen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen im Gesundheitswesen unterscheidet sich diese Situation aus folgenden Gründen von anderen Branchen:

**Abb. 2: Informationstechnologie und medizinische Anwendung in kontinuierlicher Wechselwirkung**



Quelle: Eigene Darstellung

- Menschen bilden die zentralen „Objekte“, die behandelt werden, und die Behandlung selbst ist zu einem großen Teil ein menschlich geprägter Prozess.
- Die Anforderungen an die Qualität der Behandlung sind sehr hoch und steigen stetig mit jedem Fortschritt in der medizinischen Forschung.
- Die gesetzlichen Bestimmungen, die sicherlich zum Wohl von Patient und Gesellschaft aufgestellt wurden, erschweren aufgrund rechtlicher Hürden (z. B. Abrechnungsmodalitäten, Datenschutz, Verantwortlichkeiten) oft die Umsetzung innovativer Ansätze.
- Die ökonomischen Rahmenbedingungen erfuhren in den letzten Jahren einen starken Wandel – insbesondere durch die Gesundheitsreformen. Die Verbreitung von Innovationen und Technologien haben sich jedoch nur in wenigen Fällen an die neuen, erhöhten Bedürfnisse der dienstleistenden Organisationen und deren Verwaltungsabteilungen angepasst.

Mit den Technologien des Pervasive Computing wird – nach Beobachtung der derzeitigen Entwicklungen – hauptsächlich intendiert, neue Ansätze der Informationstechnologien als neue medizinische Anwendungen zu etablieren. Technologieanbieter und Mediziner sind hierbei gleichermaßen gefordert, mit Hilfe von Pervasive Computing neue medizinische Methoden zu entwickeln und zu erproben.

## 5 Ausblick

Auf Seiten der PerCoMed-Forschungspartner wurde die Fallstudie erfolgreich abgeschlossen. In weiterer Zusammenarbeit zwischen FZI, der Neurologische Klinik Bad Neustadt und SLCMSR wird die medizinische Studie fortgeführt. Im Verlauf dieser Studie ist eine vertiefende medizinische Analyse zum Nutzen der Bewegungsanalyse zu erstellen. Es werden Bewertungskriterien bestimmt, bei welchen Aktivitätsverläufen eine Intervention notwendig wird. Eine weitere Frage stellt das ökonomische Modell zur Finanzierung der Gürtel dar: In diesem Zusammenhang sind verschiedene Finanzierungsmodelle für einen möglichst breiten Einsatz der Geräte aufzustellen und zu analysieren. Zudem sollte eine Erweiterung des Systems um andere Sensoren (wie z. B. Puls-

messer oder GPS) stattfinden und untersucht werden, damit eine noch bessere Unterscheidung zwischen bzw. Identifizierung von Aktivitäten erreicht wird.

Sollte sich die rasante Entwicklung im Bereich des Pervasive Computing fortsetzen und weitere medizinische Studien folgen, ist zu erwarten, dass die mit Technik unterstützte, ambulante Versorgung im Bereich der chronischen Krankheiten zur Normalität wird. Durch das Hinzunehmen von weiteren Sensoren kann eine noch bessere Einsicht in die Tagesabläufe und Probleme von Patienten ermöglicht werden. Diese Daten können in Zukunft dabei helfen, eine optimal angepasste Therapie zu konzipieren und frühzeitig Anpassungen vorzunehmen. Allerdings zeigt sich schon heute, dass auch die Steigerung sozialer Probleme, wie der Schutz der Privatsphäre oder die Veränderung der Arzt-Patient-Beziehung, mit den technologischen Entwicklungen einhergehen und grundsätzliche Lösungen verlangen.

## Anmerkungen

- 1) Das Projekt PerCoMed wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung in den Jahren 2005 bis 2007 finanziell unterstützt (Förderkennzeichen 16I1546). Siehe in diesem Zusammenhang auch die Projektwebseiten <http://www.perco-med.de> und <http://www.msnurses.de>.
- 2) Um die Gehfähigkeit und damit auch zu einem bestimmten Grad den Gesundheitszustand des Patienten zu bestimmen, wird üblicherweise die „Expanded Disability Status Scale“ (EDSS) angewendet (Kurtzke 1983). Sie dient der Überwachung des Krankheitsverlaufs und wird zur Optimierung der Therapie herangezogen.

## Literatur

- Brand, R.A.; Crowninshield, R.D.*, 1981: Comment on Criteria for Patient Evaluation Tools. In: *J Biomech* 14/9 (1981), S. 655-656
- Butler, D.* (2006): Everything, Everywhere. In: *Nature* 440/23 (2006), S. 402-406
- Compston, A.; McDonald, I.R.; Noseworthy, J. et al.*, 2005: *McAlpine's Multiple Sclerosis*. London, UK
- Kurtzke, J.*, 1983: Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). In: *Neurology* 33/1 (1983), S. 1444-1453
- Rashid, A.; Holtmann, C.*, 2007: Beschleunigungssensoren zum mobilen Aktivitätsmonitoring im

Home Care Bereich: Die Studie „MS Nurses“. In: Leimeister, J.M.; Mauro, C.; Krcmar, H. et al. (Hg.): Mobiles Computing in der Medizin, Proceedings zum 6. Workshop der GMDS Arbeitsgruppe Mobiles Computing in der Medizin, im Rahmen der GMDS Jahrestagung 2007, Augsburg

Rashid, A.; Holtmann, C.; Schlüfter, F. et al., 2007: Einsatz von Beschleunigungssensoren zum Aktivitätsmonitoring von Multiple Sklerose Patienten im Home Care Bereich. BMT 2007, 41. Jahrestagung der DGBMT – Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik im VDE, Aachen

Satyanarayanan, M., 2001: Pervasive Computing: Vision and Challenges. In: IEEE Personal Communications 8/1 (2001), S. 10-18

Varshney, U., 2003: Pervasive Healthcare. In: IEEE Computer 36/12 (2003), S. 138-140

### Kontakt

Asarnusch Rashid  
Forschungsgruppe Information Process Engineering (IPE)  
FZI Forschungszentrum Informatik  
Haid- und Neu-Str. 10-14, 76131 Karlsruhe  
Tel.: +49 (0) 721 / 96 54 - 562  
E-Mail: [Rashid@fzi.de](mailto:Rashid@fzi.de)



## Pervasive Computing als Zukunftsmodell? Chancen und Risiken aus Sicht von Ärzten und Patienten

von Michaela Wölk, Mandy Scheermesser,  
Hannah Kosow und Vera Neuhäuser, IZT

**In diesem Beitrag stellen wir zentrale Ergebnisse einer Benutzerakzeptanzanalyse vor, die im Rahmen des Projekts „Pervasive Computing in der vernetzten medizinischen Versorgung“ (PerCoMed) zwei Pilotstudien begleitet hat, in denen Pervasive-Computing-Technologien im ersten Fall in den Rettungsdienst, im zweiten Fall in die klinisch-ambulante Versorgung chronisch Kranker eingeführt wurden. Folgende Faktoren fördern oder hemmen die Akzeptanz von Pervasive Computing durch Patienten, Ärzte und weiteres medizinisches Personal: Wahrnehmung eines medizinischen Nutzens, Konformität mit bestehenden (Berufs-)Rollen, Respekt des Datenschutzes sowie eine benutzerfreundliche Anpassung von Technologien an die Fähigkeiten und Kontexte der Nutzer.**

### 1 Einleitung

In gesundheitspolitischen Diskussionen werden derzeit häufig die Potenziale neuer Technologien zur Steigerung der Qualität und Effizienz in der medizinischen Versorgung thematisiert. Dabei werden auch Anwendungen des Pervasive Computing angesprochen, worunter die ständige und allgegenwärtige Verfügbarkeit kleiner und kleinster, untereinander vernetzter Systeme der Informations- und Kommunikationstechnik verstanden wird. Damit Technologien des Pervasive Computing nicht nur zum Erkenntnisgewinn beitragen, sondern auch neue Dienstleistungen, Verfahren und Produkte im Sinne gesellschaftlicher Problemlösungen hervorbringen, ist es erforderlich, dass ausreichende Nachfrage besteht. Zu den Faktoren, die diese Nachfrage beeinflussen können, zählen nicht nur die Aufgeschlossenheit der Nachfrager- und Anwenderseite gegenüber neuen wissenschaftlich-technischen Entwicklungen insgesamt, sondern vor allem auch die Akzeptanz konkreter Anwendungen des Pervasive Computing.