



# **Wearable Computing im Arbeitsumfeld**

## **IT-gestützte mobile Arbeitsprozesse**

**Wolfgang Thronicke**

**C-LAB Report**

Vol. 6 (2007) No. 3

Cooperative Computing & Communication Laboratory

ISSN 1619-7879

C-LAB ist eine Kooperation der  
Universität Paderborn und der Siemens AG  
[www.c-lab.de](http://www.c-lab.de)  
[info@c-lab.de](mailto:info@c-lab.de)

# C-LAB Report

**Herausgegeben von**  
**Published by**

**Dr. Wolfgang Kern, Siemens AG**  
**Prof. Dr. Franz-Josef Rammig, Universität Paderborn**

Das C-LAB - Cooperative Computing & Communication Laboratory - leistet Forschungs- und Entwicklungsarbeiten und gewährleistet deren Transfer an den Markt. Es wurde 1985 von den Partnern Nixdorf Computer AG (nun Siemens AG) und der Universität Paderborn im Einvernehmen mit dem Land Nordrhein-Westfalen gegründet.

Die Vision, die dem C-LAB zugrunde liegt, geht davon aus, dass die gewaltigen Herausforderungen beim Übergang in die kommende Informationsgesellschaft nur durch globale Kooperation und in tiefer Verzahnung von Theorie und Praxis gelöst werden können. Im C-LAB arbeiten deshalb Mitarbeiter von Hochschule und Industrie unter einem Dach in einer gemeinsamen Organisation an gemeinsamen Projekten mit internationalen Partnern eng zusammen.

C-LAB - the Cooperative Computing & Cooperation Laboratory - works in the area of research and development and safeguards its transfer into the market. It was founded in 1985 by Nixdorf Computer AG (now Siemens AG) and the University of Paderborn under the auspices of the State of North-Rhine Westphalia.

C-LAB's vision is based on the fundamental premise that the gargantuan challenges thrown up by the transition to a future information society can only be met through global cooperation and deep interworking of theory and practice. This is why, under one roof, staff from the university and from industry cooperate closely on joint projects within a common research and development organization together with international partners. In doing so, C-LAB concentrates on those innovative subject areas in which cooperation is expected to bear particular fruit for the partners and their general well-being.

**ISSN 1619-7879**

C-LAB

Fürstenallee 11

33102 Paderborn

fon: +49 5251 60 60 60

fax: +49 5251 60 60 66

email: [info@c-lab.de](mailto:info@c-lab.de)

Internet: [www.c-lab.de](http://www.c-lab.de)

© Siemens AG und Universität Paderborn 2007

Alle Rechte sind vorbehalten.

Insbesondere ist die Übernahme in maschinenlesbare Form sowie das Speichern in Informationssystemen, auch auszugsweise nur mit schriftlicher Genehmigung der Siemens AG und der Universität Paderborn gestattet.

All rights reserved.

In particular transfer of data into machine readable form as well as storage into information systems, (even extracts) is only permitted prior to written consent by Siemens AG and Universität Paderborn.

## Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	4
2 Domänen- und benutzerorientierter Einsatz.....	4
2.1 Die Visite der Zukunft.....	5
2.2 „Wearables“ im Brennpunkt.....	6
2.3 Flugzeugwartung.....	7
3 Systematische Entwicklung eines wearable computing Systems.....	9
3.1 Kontext-Engineering.....	9
3.2 Wearable Workflows.....	10
4 Nutzen.....	10
5 Ausblick.....	11

## 1 Einleitung

Aus dem täglichen Arbeitsumfeld sind IT Systeme nicht mehr wegzudenken. Tragbare Kleinst- und Spezialsysteme erleichtern in vielen Berufsfeldern die Arbeit und ersetzen traditionelle Arbeitsmittel, wie Stift und Papier oder größere Notebooks. Die notwendige Funktionalität findet sich beispielsweise bereits in Smartphones, die nicht nur im WWW surfen, sondern auch typische Office-Dokumente anzeigen können. Die laufende Weiterentwicklung und Verkleinerung im Bereich elektronischer Systeme verbunden mit Leistungssteigerungen der Rechenleistung ermöglicht es eine Funktionalität auf kleinstem Raum zu konzentrieren und in Kleidung zu integrieren, die vor ein paar Jahren vielleicht einen Rucksack gefüllt hätte.

Diese neue Tragbarkeit von IT hat zum Begriff des „wearable computing“ geführt, der ausdrückt, dass ein wie Kleidung tragbares IT-System für einen Anwender zur Verfügung steht. Parallel dazu haben sich die Technologien für drahtlose Informationsübertragung dramatisch weiterentwickelt. Inzwischen ist über WLAN, UMTS, GPRS ein flächendeckender, effizienter Datenaustausch möglich. Systeme, die wissen wo sie sind, sind längst als Navigationssysteme ein Kassenschlager. Aber nicht nur GPS, sondern verschiedenste Sensorsysteme stehen mittlerweile kostengünstig zur Verfügung, um ein „wearable“ System mit allen notwendigen Informationen zu versorgen.

Im Folgenden wird die Anwendung dieser Technologie in verschiedenen Anwendungsbereichen vorgestellt, die im Rahmen des europäischen Förderprojekts „[wearIT@work](#)“ [WEARIT] von 37 Partnern untersucht wurden. Die Beteiligung der Industrie durch Firmen wie Carl Zeiss, Microsoft, SAP, Siemens, Skoda, etc. unterstreicht den Stellenwert der „wearable computing“ in Zukunft beigemessen wird. In diesem neuen Anwendungsfeld bestehen allerdings ebenso viele „weiße“ Flecken, die durch intensive Forschungsarbeiten der Partneruniversitäten, Forschungsinstitute und Innovationsabteilungen der Industrie-Partner ausgefüllt werden.

## 2 Domänen- und benutzerorientierter Einsatz

Das Arbeitsumfeld bestimmt die Art und Weise in der ein wearable computing system aufgebaut und eingesetzt wird. Da die Umgebungsfaktoren eine große Rolle spielen, ist eine genaue Betrachtung des Arbeitsfeldes und der typischen Arbeitsvorgänge sehr wichtig. So sind die Einsatzbedingungen von wearables im Krankenhaus völlig andere, als in einem Feuerwehreinsatz, einem Wartungs-, Trainings- oder Produktionsumfeld. Es ist also nicht so, dass eine bestimmte Hardware nur durch das Aufspielen einer passenden Software automatisch die Bedürfnisse einer Domäne abdeckt. Beispielsweise ist eine berührungslose Bedienung aus Gründen der Hygiene im Krankenhaus wünschenswert, während der Einsatz in Rettungseinsätzen eher besonders robuste Systemkomponenten verlangt. Im Folgenden werden exemplarisch einige der Szenarien des Projektes [wearIT@work](#) vorgestellt.

### 2.1 Die Visite der Zukunft

Dass Ärzte in der Klinik keine ruhige Kugel schieben ist bekannt. In Österreich schieben sie, oder die Krankenschwester ein Notebook auf einem mobilen Aktenschränkchen während der Visite von Patient zu Patient. So haben sie Zugriff auf die Patientenakte und können die Ergebnisse der letzten Untersuchungen in die Behandlung einfließen lassen. Während der Visite werden weitere Behandlungen geplant und auf ein mobiles Speichermedium diktiert, welche später auf der Station von der Schwester in das Klinikmanagementsystem eingegeben werden.

Wie kann hierbei der Einsatz von wearables helfen? Die Zielsetzung ist es den Arzt und das übrige Personal von Verwaltungsaufgaben zu entlasten, so dass die gewonnene Zeit für die Patienten genutzt werden kann. Das realisierte Szenario sieht nun wie folgt aus: Der Monitor am Krankenbett, der dem Patienten auch für Unterhaltungsprogramme zur Verfügung steht, dient dem Arzt während der Visite als Computerbildschirm und der Arzt kann über Gesten berührungslos die einzelnen Informationen aus der Patientenakte abrufen. Auch der Patient wird über gängige RFID Technik identifiziert, und so der Zu-

griff auf die richtige Krankenakte sichergestellt. Arzt und Schwester sind während der Visite im gleichen Kontext. Die Schwester kann direkt online für den aktuellen Patienten Untersuchungen in anderen Abteilungen des Krankenhauses planen oder bereits eingetragene verschieben oder absagen.

Technisch ist der Arzt mit einem Bewegungssensor und einem RFID Leser am Handgelenk ausgestattet, die drahtlos mit einem Kleinstcomputer in Gürtelschnallengröße kommunizieren. Dieser überträgt die Daten an das Klinik-IT-System, steuert das Display am Krankenbett und versorgt den PDA der Schwester mit den richtigen Daten.

Typisch in diesem Szenario ist das Vorhandensein einer IT-Infrastruktur durch das Klinikmanagementsystem, welches in Österreich auch den WLAN Zugang ermöglicht. Im Arbeitsprozess sind hochqualifizierte „Arbeiter“ am Werk, die durch die wearables unterstützt werden und interagieren. Multi-modale Informationen in Form von Bildern oder Audio-Kommentaren werden erfasst und die Identifikation des Patienten und der Ortsbezug beschreiben die Umgebung weitestgehend.

Die Akzeptanz eines solchen Systems vom Mediziner wie auch dem Patienten ist ein wichtiger Punkt, der vor allen technologischen Überlegungen steht. So werden Headsets und eine cyborg-ähnliche Ausstattung der Ärzte und Krankenschwestern nicht nur vom Patienten als bedrohlich sondern auch vom Arzt als hinderlich empfunden. Arbeitsprozesse werden durch Technologie beeinflusst. Die Veränderung darf natürlich nicht das gewünschte Ergebnis negativ beeinflussen, zum Beispiel dadurch, dass wearables bei der Nutzung von Untersuchungsgeräten „im Weg“ sind. Anwendertests sind daher – nicht nur in diesem Szenario – das A und O der Einführung von wearables.

## **2.2 „Wearables“ im Brennpunkt**

Das zweite Szenario beschreibt den Einsatz von wearable Technologie in Rettungseinsätzen. Im Projekt [wearIT@work](#) ist der Anwendungspartner die Pariser Feuerwehr. Die Anforderungen hier sind völlig andere als im obigen Fall: In einem brennenden Gebäude gibt es in der Regel keine funktionieren-

de Infrastruktur mehr. Die Sicherheit der Personen steht an oberster Stelle. Feuerwehrleute tragen bereits eine schwere Ausrüstung – Atemmasken, Sauerstoffflaschen, Werkzeuge – und nicht zu vergessen die Schutzkleidung. Ein IT-System reagiert übrigens genauso empfindlich auf Hitze, wie sein menschlicher Träger, deshalb müssen hier besonders robuste (sprich: *military-grade*) Komponenten zum Einsatz kommen.

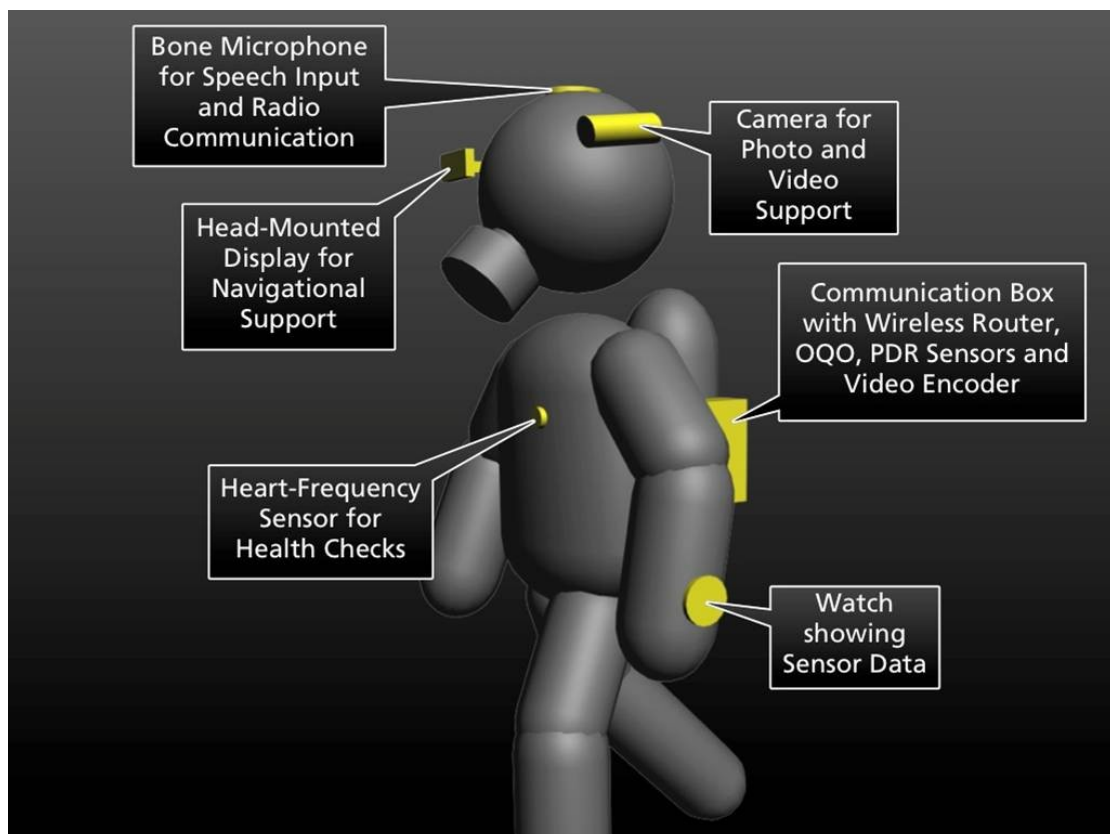


Abbildung 1: Schematische Ausrüstung eines Feuerwehrmannes (Quelle: [wearIT@work](http://wearIT@work): Design and specification of the the refined [wearIT@work](http://wearIT@work) wearable computing system © Fraunhofer FIT, 2007.)

Als Herausforderung beim Design eines wearable Systems in diesem Szenario stellte sich nicht nur die technische Realisierung dar. Um die Anforderungen zu erheben, konnte eben nicht ein Feuerwehrmann bei einem Einsatz begleitet werden, um so das reale „Arbeitsumfeld“ zu studieren. Daher wurde ein Großteil der Zeit für Befragungen und Analysen von Berichten genutzt. Hilfreich erwiesen sich auch die Übungsstätten, an denen Brandbekämpfung und Rettung von Verletzten trainiert werden. Das Nachvollziehen und Auspro-

bieren von alternativen Vorgehensweisen wurde an Modellen durchgeführt. Zunächst auf dem Papier und später auch im 3D Computermodell, wobei zum Beispiel die Erkundung eines Gebäudes simuliert wurde. Gerade die Bedürfnisse des Anwenders und die Randbedingungen korrekt zu bestimmen ist beim Einsatz neuer Technologien von zentraler Bedeutung. Im Fall dieses Szenarios ist zu beachten, dass selbst kleinere Fehler zu lebensbedrohenden Situationen für den Träger des Systems werden können. Deshalb müssen alle Faktoren des Umfeldes und der Einsatzdomäne hier besonders gründlich überprüft und bewertet werden.

Der Schutz des Feuerwehrmannes genießt in einem Feuerwehreinsatz neben der Rettung oberste Priorität. Die Ausrüstung mit schwerem Atemgerät und weiterem Werkzeug sowie die Umgebung des Brands stellen eine große körperliche Belastung dar. Zum einen muss daher der Gesundheitszustand kontinuierlich überprüft werden und auch die Einsatzzeit im Auge behalten werden, damit aus einem Retter kein Opfer wird. Ein Pulssensor überwacht beispielsweise den Herzschlag und liefert mit weiteren Sensoren Vital- und Belastungswerte an die Einsatzzentrale. Da in brennenden Gebäuden in der Regel durch Rauchentwicklung keine freie Sicht herrscht, ist die sichere Orientierung lebenswichtig. Die zu durchsuchenden Räume müssen markiert werden, um unnötige doppelte Besuche zu vermeiden. Da in Gebäuden eine Navigation per GPS schlecht möglich ist, und ansonsten auch keine Infrastruktur zur Verfügung steht, werden im [wearIT@work](#) Projekt Alternativen entwickelt. Dabei kommen u.a. neue Technologien selbstvernetzender Sensoren zum Einsatz: Der Feuerwehrmann hinterlässt eine „Spur“ von Sensoren, die sich mit den Vorgängern zu einer Art „virtueller Leine“ vernetzen anhand derer er wieder zurückfinden kann. Über „Dead-Reckoning“, einer Technologie, die ohne externe Navigationshilfen auskommt, erfasst ein weiterer Sensor die Bewegung des Feuerwehrmanns und errechnet von einem Ausgangspunkt seine neue Position[BEAU06]. Diese steht dann der Leitstelle zur Verfügung, und könnte auch im integrierten Visierdisplay zur Orientierung angezeigt werden.



## 2.3 Flugzeugwartung

Die Wartung von Flugzeugen gehört mit zu den am strengsten geregelten Vorgängen in der Arbeitswelt. Die Anforderungen an die Sicherheit sind sehr hoch, und damit auch die an einen Wartungstechniker. Der im Folgenden skizzierte Vorgang bei einer Inspektion zeigt die Komplexität der Prozeduren. Dabei wird klar, welche Sorgfalt notwendig ist und wie stark geregelt und erfasst der Vorgang in Gänze ist [BO2006]:

1. Der Wartungsauftrag wird dem Techniker auf einer „Job-Card“ übergeben, die die Aufgabe vollständig beschreibt. Dabei wird zwischen den Phasen Vorbereitung, Instrumentenkali-brierung und Durchführung unterschieden. Zusätzliche werden allgemeine Informationen bereitgestellt.
2. Der Techniker holt das benötigte Material. Er darf kein anderes verwenden, es sei denn, es ist als erlaubte Alternative aufgeführt.
3. Die zu inspizierende Komponente wird freigelegt und eine Sichtprüfung auf Beschädigungen durchgeführt.
4. Das Inspektionswerkzeug wird nach einer Vorschrift kalibriert.
5. Die Inspektion wird genau nach den Anweisungen zweimal durchgeführt. Bei Abweichungen der Messwerte aus dem erlaubten Bereich muss die Komponente ausgewechselt werden und ggf. ein Experte hinzugezogen werden.



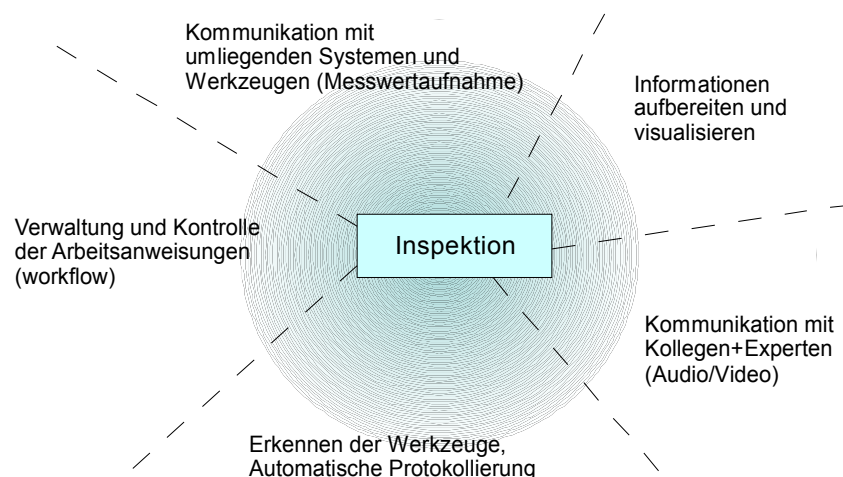
Abbildung 2: Helm mit Kamera und HMD für Wartungsaufgaben  
© MRC/TZI Bremen, 2007.

Parallel werden die notwendigen Protokollierungsschritte durchgeführt (Checklisten, Materiallisten), welche die einzelnen Arbeiten erfassen und so ein vollständige Beschreibung der Inspektion ergeben.

Bereits dieser kurze Überblick zeigt das Potential die Inspektion durch eine entsprechende mobile und „wearable“ Unterstützung effizienter zu gestalten.

Abbildung 3 zeigt vereinfacht die abgeleiteten technischen Aspekte dieses Szenarios. Die Unterstützung durch wearable computing kann etwa wie folgt aussehen:

- Der Techniker nimmt bei Bedarf direkten Kontakt mit einem Experten auf, um diesem beispielsweise Bilder des inspizierten Objektes zu übermitteln und zusätzliche Anweisungen zu erhalten. Das bedeutet zwangsläufig, dass in der Werkhalle eine vollständige Abdeckung mit WLAN oder ähnlichen Übertragungsmitteln vorhanden ist und eine hochauflösende Kamera verwendet wird.
- Werkzeuge werden mittels RFID identifiziert. Messwerte werden direkt vom Messgerät übertragen und in das Protokoll übernommen.



**Abbildung 3: Technische Aspekte des Inspektionsszenarios**

- Die einzelnen Schritte und ihre vorgeschriebene Abarbeitung werden durch eine Workflow-Komponente im wearable System überwacht und angezeigt.
- Dokumente werden in passendem Format dargestellt (z.B.: PDA oder HMD). Dazu gehören dann ebenfalls die passenden Authoring-Umgebungen zur Erzeugung solcher Dokumente.

- Das Arbeitsprotokoll ist elektronisch vorhanden und das wearable System identifiziert sowohl den Inspektionsvorgang als auch den Techniker, sowie alle eingesetzten Mittel.

### **3 Systematische Entwicklung von wearable computing Systemen**

Wie in den vorangehenden Beispielen deutlich wird, gibt es nicht „ein“ wearable System, das für *alle* Anwendungen passt und „nur“ entsprechend konfiguriert werden muss. Die Aufgabe, mit der sich auch das Projekt wearIT@work in einem Schwerpunkt auseinander gesetzt hat, besteht darin eine Methodik für die Entwicklung solcher Systeme zu finden, die übergreifend für die unterschiedlichen Szenarien angewendet werden kann. Der Endanwender eines wearable Systems nutzt dieses ganzheitlich im Vergleich zu einem Büroarbeiter der als Schnittstelle zum System nur Tastatur, Maus und Bildschirm bedienen muss. Von daher ist die Benutzbarkeit ein zentraler Punkt im Entwurf und wird durch eine enge Zusammenarbeit mit dem Anwender in allen Entwurfs- und Realisierungsphasen gewährleistet[BORO05]. Der Ansatz des „User-Centered Designs“ ist daher der zentrale Mechanismus, der in wearIT@work die Entwicklung treibt. Rahmenbedingungen werden so ständig verfeinert und an die realen Gegebenheiten angepasst. Dazu gehören zum Beispiel auch die physikalischen Dimensionen des Systems oder Befestigungsoptionen, die ins Spiel kommen, wenn der „wearable-worker“ bei der Arbeit kopfüber in einem Wartungsschacht hängt. Nicht zu vernachlässigen ist auch die Energieversorgung und das autonome Verhalten. Autonom heißt in diesem Fall: Das System muss möglichst lange ohne externe Energieversorgung auskommen und gegebenenfalls auch ohne permanente Verbindung mit einem Server o.ä. sinnvoll funktionieren können.

#### **3.1 Kontext-Engineering**

Eine Gemeinsamkeit dieser wearable Systeme ist ihr kontext-abhängiges Agieren. Der Kontext ist durch alle relevanten Umwelt- und Rahmenbedingungen gegeben, die das Systemverhalten beeinflussen und nicht durch willkürli-

che Eingaben in das System beschrieben sind. Wearable Systeme sind kontext-abhängig. Sie reagieren auf die Umgebung, und bieten daher passende Aktionen an. Zum Beispiel erkennt das System selbstständig, wo es sich befindet und wer in der Nähe ist. Entsprechend wird abgeleitet, welche Arbeitsschritte als nächstes folgen können, und mit wem eine direkte Kommunikation möglich ist. Im Ärzteszenario kann so die Schwester durch die physikalische Nähe zum Arzt während der Visite ebenfalls auf die gleichen Patientendaten für ihre Planungen weiterer Behandlungen zugreifen.

Die Verarbeitung von Messwerten zu Kontexten, die in dem Anwendungsszenario eine Bedeutung besitzen, wird dabei als *context-processing* bezeichnet [WTSB05]. Diese Berechnungen können sehr aufwendig sein, wenn sehr viele Sensoren ausgewertet werden müssen, oder komplexe Algorithmen eingesetzt werden müssen. Beim Aufbau eines wearable Systems werden die benötigten Kontexte, mit denen die Lösung operieren soll, identifiziert und aus den Messwerten der Sensoren gewonnen. Die Kernanwendung des Systems muss dann mit diesen problemspezifischen high-level Beschreibungen arbeiten. Die Position eines Wartungstechnikers in Bezug auf einen Wagen könnte dann mit „vorn links“ ausreichend charakterisiert werden, so dass das System alle sinnvollen Aktionen anbieten kann.

### **3.2 Wearable Workflows**

Komplexe Aufgaben lassen sich in der Regel in überschaubare Arbeitsschritte zerlegen. Aus Sicht eines IT-Systems bilden diese einen Workflow, der programmtechnisch abgearbeitet werden kann. Für das „wearable computing“ wurde im Umfeld des [wearIT@work](#) Projekts von Siemens das Konzept des „*wearable workflows*“ entwickelt. Hiermit lässt sich eine komplexe Anwendung auch auf Code-Ebene aus wieder verwendbaren Schritten aufbauen. Das führt einerseits zu modularen, strukturierten und gut testbaren wearable Applikationen und ermöglicht andererseits die Wiederverwendung von Arbeitsschritten in verschiedenen Kombinationen und Szenarien. Die OWWC (Open Wearable Workflow Component) Konzept berücksichtigt auch die notwendi-

gen Erweiterungen für die vorher beschriebene „context-awareness“ eines solchen Anwendung und vervollständigt so das Open Wearable Computing Framework des wearIT Projektes.

## 4 Nutzen

Welche Vorteile bietet der Einsatz des „wearable computing“? Auf den ersten Blick wird spezielle Hard- und Software benötigt, die individuell konfiguriert und oft speziell entwickelt werden muss.

Die Vorteile zeigen sich, sobald die Arbeitsprozesse mit und ohne wearable computing verglichen werden: Ist der Zugriff auf Informationen einfacher und die Kommunikation unmittelbarer ohne den laufenden Prozess unterbrechen zu müssen (Wenn beispielsweise der Wartungstechniker erst zu dem Wartungshandbuch zurückgehen muss, um einige Spezialinformationen nachzuschlagen), ergeben sich signifikante Zeitgewinne. Die parallele Assistenz, die hilft Flüchtigkeitsfehler zu vermeiden (falsches Werkzeug aus Versehen eingepackt), ist dabei nicht nur qualitätsfördernd, sondern entlastet den Experten auch von aufwendigen Dokumentationsaufgaben, die nun automatisch erfolgen können. Eine hochqualifizierte Person wird so frei für ihre eigentlichen Aufgaben. Der Arzt gewinnt Zeit für die Betreuung des Patienten. Wartungsaufgaben werden schneller erledigt bei gleicher Qualität, womit sich letztlich die teure Standzeit des zu wartenden Objekts verkürzt. Im konkreten Anwendungsfall wird jeweils eine individuelle Analyse erstellt und die verschiedenen Möglichkeiten, die wearable computing in einen Szenario bietet durchgespielt. Dazu gehört natürlich auch eine Kosten-Nutzen Betrachtung. Andererseits kann der Einsatz von wearable Technologien auch völlig neue Anwendungen möglich machen, z.B. Tele-Maintenance, die einem Spezialisten weite Reisen ins Zielgebiet erspart, und auf der Kooperation von Kräften vor Ort mit dem Spezialisten beruht.

## 5 Ausblick

Der Trend in der IT geht zur Vernetzung von mobilen und stationären Systemen. Die Miniaturisierung und Verarbeitung von Umgebungsinformationen hat

das Potential nicht nur die Arbeitswelt sondern auch den Alltag nachhaltig umgestalten zu können. Die Schlüsseltechnologie der Kontextverarbeitung erlaubt es mobilen und stationären Systemen situationsbezogen zu reagieren und entsprechende Dienste anzubieten.

In der Arbeitswelt werden diese Technologien zusammen mit den Entwicklungen im wearable Umfeld nicht nur den Einsatz in weiteren Arbeitsfeldern erschließen sondern auch die Berufsbilder verändern. Durch die Systemunterstützung während der Arbeitsprozesse kann so in vielen Bereichen – angefangen von Wartung, Produktion, Schulung und Gesundheitswesen – die Qualität und Effizienz gesteigert werden. Insbesondere durch die Situationserkennung und -bewertung sind die Systeme in der Lage selbstständig bereits die passenden Informationen anzufordern und dem Betroffenen optimal zu präsentieren, ohne dass dieser selbst die Daten aus einem System herausuchen muss. Die notwendigen administrativen Prozesse, die als „Verwaltungs-Overhead“ wertvolle Zeit des Fachpersonals binden, können ebenfalls vereinfacht werden, wenn automatische Dokumentation und vorgeschriebene Protokollierung durch ein intelligentes System unterstützt oder ganz übernommen werden.

Natürlich dürfen bei einer weitgehenden Vernetzung auch mögliche Schattenseiten nicht vergessen werden: Ein gläserner Arbeiter, von dem der Arbeitgeber auf die Sekunde genau Ort und Tätigkeiten abrufen kann, widerspricht in vielen Ländern geltenden rechtlichen Regelungen. Gesetze und Kontrollinstanzen werden darüber wachen müssen, dass wearable Systeme nicht missbräuchlich zur gesetzwidrigen Überwachung von Arbeitnehmern eingesetzt werden.

Neben diesen Faktoren ist die Akzeptanz abhängig vom Design und der Handhabbarkeit der Systeme. Nicht nur Techniker, IT-Entwickler und Ingenieure, sondern auch Designer und Usability-Experten werden den Schlüssel für die erfolgreiche Einführung dieser Technologien in der Hand halten.

Vieles, was heute noch eine Spezialentwicklung oder Vision ist, wird in abgewandelter Form und Funktionalität in den nächsten 10 Jahren im Alltag zu finden sein. Erste Entwicklungen gibt es bereits. Beispielsweise wird durch Installationen wie im „Haus der Zukunft“ [FUTLIFE] das Zusammenspiel solcher Systeme erprobt und verbessert. Neue Dienstleistungen und Lebenshilfen werden durch intelligente Systeme auch im Hinblick auf den anstehenden demografischen Wandel eine längere Selbstständigkeit, mehr Komfort und Sicherheit gewährleisten können.

## Literaturverzeichnis

- WEARIT: Homepage wearIT@work, 2007, <http://www.wearitatwork.com/>
- BEAU06: Stéphane Beauregard , A Helmet-Mounted Pedestrian Dead Reckoning System, 2006
- BO2006: Giancarlo Bo, Andrea Lorenzon, Nicolas Chevassus, Valerie Blondel, Wearable Computing and Mobile Workers: the Aeronautic Maintenance Showcase in the WearIT@Work project, 2006
- BORO05: M. Boronowsky, O. Herzog, P. Knackfuß, M. Lawo, wearIT@work - Empowering the Mobile Worker by Wearable Computing - the First Results, 2005
- WTSB05: Marco Luca Sbodio, Wolfgang Thronicke, Specification and Design of framework-based Context Processing Modules, 2005
- FUTLIFE: Futurelife, 2007, <http://www.futurelife.ch/>