

## Mobile City Bremen – Von der Forschung zu innovativen mobilen Lösungen

Otthein Herzog, Michael Lawo, Michael Boronowsky, Holger Kenn, Tom Nicolai, Hendrik Witt, Ulrich Glotzbach

TZI – Technologie-Zentrum Informatik & MRC - Mobile Research Center der  
Universität Bremen  
Am Fallturm 1, D28358 Bremen  
{[herzog](mailto:herzog@tzi.de), [mlawo](mailto:mlawo@tzi.de), [mb](mailto:mb@tzi.de), [kenn](mailto:kenn@tzi.de), [nicolai](mailto:nicolai@tzi.de), [hwitt](mailto:hwitt@tzi.de), [glotzbach](mailto:glotzbach@tzi.de)@tzi.de}

**Abstract.** In diesem Beitrag wird das Mobile Solution Center Bremen vorgestellt und es werden die Möglichkeiten der mobilen Arbeitsunterstützung aufgezeigt mit Aussagen zum Markt, zum Potenzial und den verfügbaren Technologien. Lösungen aus dem Integrierten EU-Projekt wearIT@work werden diskutiert für die exemplarischen Einsatzfelder Flugzeugwartung, Produktion und Krankenhaus.

### „Mobile Solutions“ in Bremen

Seit 1998 wird am TZI auf dem Feld „Mobile Solutions“ geforscht. Der Fokus liegt dabei auf Technologien für die Anwendungen von Wearable Computing, Ubiquitous Computing und mobiler Kommunikation. Diese Arbeit ist im Arbeitsprogramm InnoVision 2010 des Landes Bremen: „Mobile Solutions“ als IT-Strategie verankert. Im Laufe der vergangenen Jahre hat sich eine Gruppe von mehr als 50 Unternehmen und Einrichtungen unter dem Dach der „Mobile Solution Group“ gebildet. Zusammen mit den Forschungseinrichtungen des Landes Bremen, die sich parallel dazu unter dem Dach des „Mobile Research Centers“ unter Federführung des TZI zusammengeschlossen haben, bilden sie das „Mobile Solution Center“ Bremen. Dieses baut auf dem Konzept von „Living Labs“ mit integrierten Anwendungsprojekten auf. In diesen Living Labs arbeiten Firmen mit den Technologie-Forschungsgruppen des Mobile Research Center Bremen (MRC) und einem Demo-Labor für Mobile Solutions gemeinsam an Technologien und Anwendungen.

In diesem speziell zum Thema „Mobile Solutions“ gebildeten **Forschungsverbund des Landes Bremen** kooperieren 130 WissenschaftlerInnen in 22 Arbeitsgruppen interdisziplinär und hochschulübergreifend. Sie haben sich dazu auch ein gemeinsames Team für **Vertrieb und Marketing** mobiler Anwendungen in Produktion/Logistik, Luft- und Raumfahrt, Gesundheitswirtschaft, e-Entertainment mit der Unterstützung des Landes Bremen (Bremen Investitions-Gesellschaft) geschaffen. In dem in diesem Zusammenhang errichteten Demo-Center für Wissenschaft und Industrie zeigt dieses Team in Kooperation mit der Mobile Solution Group erarbeitete Technologien und Anwendungen.

Zu den Kompetenzfeldern des Forschungsverbundes gehören das Industrial Design, Kommunikationstechnik und Informatik, Produktionstechnik und Logistik sowie die Mikrosystemtechnik, die seit 2006 auch durch ein Applikationszentrum Mikrosystemtechnik vom BMBF gefördert wird. Das Kompetenzprofil des Forschungsverbundes zeichnet sich durch eine große technologische Bandbreite aus. So finden sich dort Sensortechnik, Kontext-abhängige Dienste (LBS), IT- Sicherheit, Intelligente Software Systeme, Mensch-Maschine-Interaktion, Wearable Computing und die Textilintegration von elektronischen Komponenten.

## **Mobile Arbeitsunterstützung**

### **Markt und Potenzial**

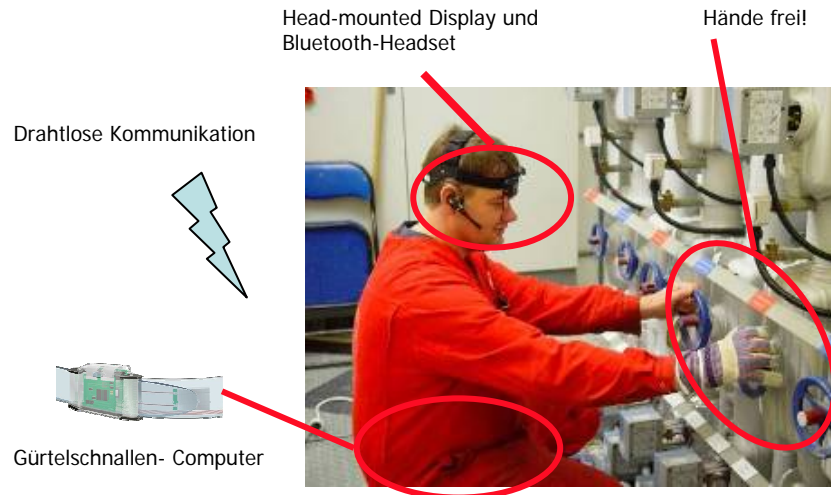
Nach einer Befragung von 160 Unternehmen (davon 15 DAX, 52 GU, 93 KMU) der Deutschen Gesellschaft für Managementforschung mbH (DGMF)/Knowledge Intelligence (KI) AG im Jahre 2006 ist das „Mobile Büro“ bereits in 87% und der mobile Intranetzugang in 72% der befragten Unternehmen eingeführt. Der Mobile Service und Vertrieb ist heute neben dem mobilen Intranetzugang und der Mobilien Ortung und Verfolgung in mehr als 20 % der befragten Unternehmen geplant. Hier zeigt sich die hohe Aktualität des Themas.

Bis Ende 2005 waren in 39% aller deutschen Unternehmen mit mehr als 200 Mitarbeitern Wireless LANs im Einsatz, und bis Ende 2006 wird der Anteil voraussichtlich bei 45% liegen. Hier finden wir also eine etablierte Technologie, die als Basis für innovative mobile Lösungen dienen kann.

Beim Wearable Computing handelt es sich hingegen um einen im Entstehen begriffenen Markt mit den dafür typischen Unsicherheiten und Chancen. Nach einer Untersuchung der Venture Development Corporation aus 2006 betrug das globale Marktvolumen von Wearable-Systemen im Jahr 2005 ca. 170 Mio. US \$ und wird für 2006 auf 270 Mio. US\$ prognostiziert mit einer Wachstumsrate von derzeit 59%.

### **Technologien mobiler Assistenzsysteme**

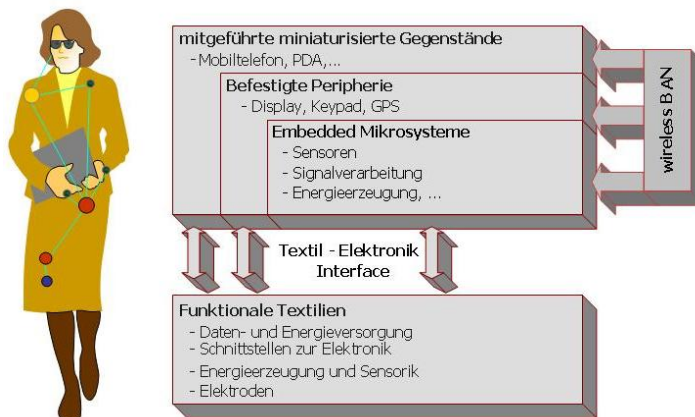
Das typische mobile Assistenzsystem (vgl. Fig. 1) beruht auf drahtloser Kommunikation, die mittels eines in der Kleidung integrierten Gürtelschnallen-Computers, mittels Head-mounted Display und Headset Zugang zu audio-visuellen Informationen ermöglicht. Ein wesentliches Merkmal ist, dass die Hände für primäre Tätigkeiten frei sein müssen und in der Regel nicht für die Interaktion verwendet werden können.



**Fig. 1.** Mobiles Assistenzsystem für die Anlagenwartung

### Wearable Systemarchitektur

Im Rahmen des EU Forschungsprojektes wearIT@work wurde für allgemeine Wearable Computing- Anwendungen eine vierschichtige so genannte Open Wearable Computing Platform (OWCP) geschaffen (Fig. 2). Hinsichtlich der Details dieser Architektur wird auf die Projekthomepage [www.wearitatwork.com](http://www.wearitatwork.com) verwiesen. Für diese Architektur wurde im Mobile Research Center eine auf miniaturisierten Sensoren und Sensor-Schnittstellen basierende Interaktionshardware geschaffen.



**Fig. 2.** Wearable Systemarchitektur

Beim Wearable Computing kann Interaktion nur beiläufig zur Unterstützung der primären Aufgabe erfolgen. Eine Übertragung des Desktop-Paradigmas schließt sich daher von selbst aus. Für Wearable Computing-Anwendungen zeigt der nach zwei

Prototypenstadien am TZI entwickelte WINSPECT Handschuh der dritten Generation (Fig. 3) das Potential, zur Standardschnittstelle in Wearable Computing-Anwendungen zu werden. Zu Konzept, Architektur und Implementierung der neuesten Generation dieses universellen Eingabegerätes wird auf [1] verwiesen. Mit dem WINSPECT-Handschuh und dem davon abgeleiteten GestureBand sind kostengünstige Systeme für Wearable und Ubiquitous Computing-Anwendungen entstanden [2].



Fig. 3. WINSPECT Interaktionsgerät (links und Mitte) und (rechts) das GestureBand

## Das EU Projekt wearIT@work

*wearIT@work* ist ein von der Europäischen Kommission gefördertes Integriertes Projekt zum “Wearable Computing”. Mit einem Projektvolumen von 23,7 Millionen € und einer Förderung von 14,6 Millionen € ist *wearIT@work* das weltweit größte Projekt zum Wearable Computing. Das Projekt hat 36 Partner, unter ihnen EADS, HP, Microsoft, SAP, Siemens, Thales und Zeiss. Das TZI – Mobile Research Center der Universität Bremen ist der Koordinator des Projektes.

Das Wearable Computing ist mit der zunehmenden Leistungsfähigkeit der verwendeten Rechner und Kommunikations-Infrastruktur mehr und mehr zur Erschließung neuer Anwendungsgebiete der Informationstechnologie geeignet, wie sie im EU Projekt *wearIT@work* untersucht werden (vgl. [3], [4]). Ein Engpass bei der Verbreitung des Wearable Computing sind aber aktuell noch geeignete Benutzerschnittstellen und sensorische Systeme zur Kontexterkenkung.

Im Zentrum der Arbeiten stehen Anwendungen und Lösungen, die positive Auswirkungen auf die Produktivität haben, wie z.B. in der Flugzeugwartung der *VuMan* [5] oder wirtschaftlich erfolgreich sind, wie in der Logistik das *WSS 1000* [6]. Das Projekt verfolgt konsequent einen nutzerorientierten Entwicklungsansatz (User-Centred Design); im Wearable Computing wurde dieser in der Vergangenheit erfolgreich angewandt [7]. Die ersten technologischen Ergebnisse des Projektes *wearIT@work* wurden in [2], [3] veröffentlicht. Das Projekt hat den Anspruch, einen nachhaltigen Beitrag zur Bildung der europäischen Wissensgesellschaft zu leisten und entwickelt hierzu eigene Konzepte [8].

Im Projekt werden vier Anwendungsfelder gleichzeitig in vier aufeinander folgenden Innovationszyklen bearbeitet. In der Produktion beim Automobilhersteller Skoda werden Lösungen zum Einsatz im Training und Produktionsanlauf entwickelt und erprobt. Für die Flugzeugwartung bei EADS/Airbus entstehen “intelligente Handbücher”, die wearable, kontext-sensitiv und adaptiv sind. In der Gesundheitswirtschaft

bei der Gespag in Oberösterreich wird die Koordinierung des medizinischen Personals, die Versorgung mit relevanter Zusatzinformation und der besserer Zugang zu medizintechnischen Geräten während der Untersuchung durch Wearable Computing-Lösungen unterstützt. Der Feuerwehr-Assistent für die Feuerwehr Paris dient vor allem der Erhöhung der Sicherheit und dem Schutz von Leib und Leben der Feuerwehrleute im Einsatz sowie der Unterstützung der menschlichen Sinne (durch Augmented Reality).

Diese Einsatzgebiete wurden gewählt, da sie sich einerseits signifikant hinsichtlich der Arbeitsumgebungen, den Mobilitätsanforderungen, der kognitiven Belastung, manuellen Aktivität, der physischen Beanspruchung, und Stresssituation wie auch der notwendigen Interaktion mit anderen unterscheiden. Auch sind die Systemanforderungen in den vier Fällen hinsichtlich des Informations- Retrieval, der Aufzeichnungen-, Sensorik- und Kommunikationsanforderungen anders geartet. Eine Hypothese des Projektes ist daher, dass über die vier Anwendungsgebiete eine repräsentative Abdeckung des Wearable Computing-Anwendungsraumes gewährleistet ist. Dieser Anspruch der Vollständigkeit spiegelt sich auch in den um das Projekt angesiedelten Standardisierungsarbeiten der Open Wearable Computing Group ([www.owcg.org](http://www.owcg.org)) und des International Forum for Applied Wearable Computing ([www.ifawc.org](http://www.ifawc.org)) wider.

Im Folgenden wird auf drei der vier Anwendungsgebiete näher eingegangen.

### **Flugzeugwartung**

Die Effektivität der Wartung ist ein erfolgskritischer Faktor für jede Airline. Die Luftfahrtindustrie behandelt die Aspekte der Wartung bereits bei der Entwicklung neuer Flugzeuge, um die erforderlichen Wartungsarbeiten einfacher und schneller durchführen zu können. Daher wurden Szenarien auf der Grundlage realer Situationen untersucht, um das Potenzial von Wearable Computing- Lösungen zu entwickeln. Der erwartete Nutzen zielt dabei auf eine Verbesserung und Erweiterung der Fähigkeiten des Wartungspersonals, verbunden mit einer Produktivitätssteigerung und Verbesserung des Qualitätsniveaus durch die Reduzierung von Fehlern und die Erhöhung der Flugzeugsicherheit. Ferner wird eine verbesserte Lernkurve des Wartungspersonals erwartet. Die Arbeitssituationen im und außen am Flugzeug sind gekennzeichnet durch räumliche Einschränkungen, eine unbequeme Haltung, Bewegungsbeschränkungen und eine teilweise hohe kognitive Belastung des Wartungspersonals. Ferner bestehen widrige Umweltbedingungen wie Wasser, Hitze, korrosive und explosive Stoffe, Schattenzonen bzw. teilweise extreme Lichtverhältnisse, und Geräusche, die im Systementwurf berücksichtigt werden müssen. Systemseitig gibt es ferner hohe Anforderungen an die Systemsicherheit und die Wahrung der Vertraulichkeit verwendeter Informationen.

Im Projekt wurden in zwei Generationen von Demonstratoren folgende Funktionalitäten mit einer XML- basierten Content Management-Funktionalität realisiert: Es erlaubt die automatische Verfolgung der Benutzeraktionen bei der Navigation in angebotenen Informationen (SCORM 1.2) und liefert die benötigten Informationen durch multiple Wearable Devices (Audio, Video, Haptik) mittels einer integrierten kommerziellen sprachbasierten Interaktionsmaschine und eines innovativen Konzepts der

Informationspräsentation und -navigation. Ein automatisches Management des Reporting und Prozedurabschlusses mit intra- und extra-Team-Kommunikation und einem Remote Expertenzugang ist ebenfalls integriert.



**Fig. 4.** Wearable Computing-Weste für die Flugzeugwartung

Das System wurde in enger Kooperation mit Wartungstechnikern entwickelt und erprobt und wird im nächsten Innovationszyklus des Projektes optimiert werden (vgl. Fig. 4). Das vollständige System wurde in eine Weste integriert und wird mittels Handschuh, Sprache und Touchpad gesteuert.

### **Produktionsassistenzsystem**

In der Automobilproduktion sind bei der manuellen Endmontage komplexe Aufgaben auszuführen, die ein spezielles Training erfordern. Dieses Training dauert in der Regel sechs bis acht Stunden z.B. für den Einbau von Scheinwerfern, Airbags oder des Armaturenbretts. Der Projektpartner Skoda hat für dieses Training eine so genannte Lernfabrik mit einem e-Learning Institut für die theoretische und mit einer Lerninsel für die praktische Ausbildung eingerichtet. Das entwickelte Wearable Computing System soll die Arbeiter in der Lerninsel direkt unterstützen und die vorlaufende theoretische Ausbildung in die praktische Ausbildung mit Unterstützung eines virtuellen Trainers integrieren. Hiervon verspricht sich Skoda eine verbesserte Qualität der Ausbildung, verbunden mit einer gesteigerten Flexibilität bezüglich der Nutzererfordernisse und der Effizienz der Ausbildung insgesamt.

Im Zuge des Projektes wurde hierzu ein Technologie- Demonstrator entwickelt, der ein Task-Tracking für Montagearbeiten erlaubt. Dabei müssen viele Tasks mit großen Unterschieden unter Realzeitbedingungen ohne Trainer von dem System genau erkannt werden. Durch das damit ermöglichte direkte Feed-back werden die in der Regel vorhandenen haptischen Fähigkeiten der Arbeiter unterstützt. Der Lernprozess kann daher beschleunigt werden.

Es waren dafür geeignete Sensoren auszuwählen. Ihre Integration und die Fusion der gewonnenen Informationen waren die Voraussetzung, um die gewünschte Personen-unabhängigkeit zu erreichen. Aufgrund der Realzeitanforderung waren umfangreiche Performanz-Evaluationen erforderlich (vgl. Fig. 5).

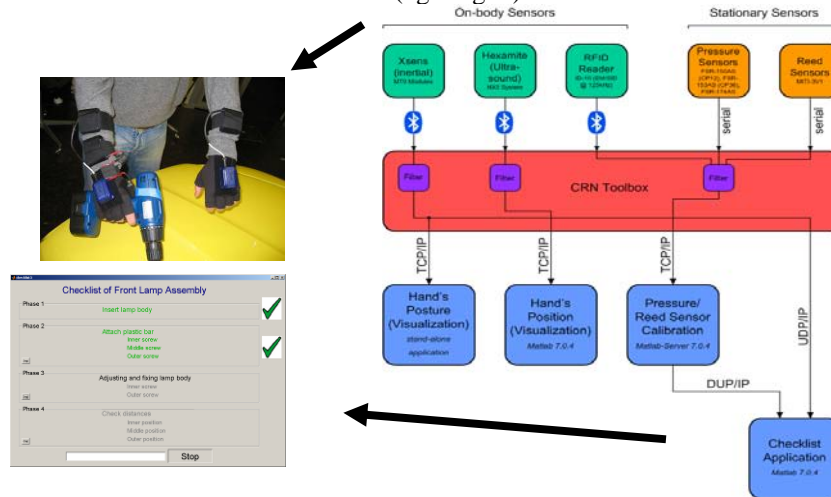


Fig. 5. Sensorkonzept des technologischen Produktionsassistenten

Die Zielsetzung des Produktionsassistentensystems über das Einsatzgebiet im Training hinaus ist der permanente Zugang zu Informationen und eine auf die aktuelle Situation bezogene Hilfestellung für den Arbeiter im Arbeitsprozess. Hier liegen auch Potenziale in vor- und nachgelagerten Prozessketten wie der Kommissionierung und im After-Sales-Service (z.B. in Kfz-Werkstätten). Bei der Kommissionierung kann eine automatische Zuordnung des aktuellen Kommissionierauftrags zu dem zugehörigen Arbeitsschritt erfolgen. Die sichere, konfliktfreie Datenübertragung auf mobile Endgeräte stellt genauso wie eine an die Arbeitsumgebung angepasste Bereitstellung mobiler End- und Interaktionsgeräte für die Suche und Identifikation zugehöriger Bauteile eine besondere Herausforderung dar.

Beim After-Sales Service, z.B. in Werkstätten lassen sich gezielt Informationen für relevante Service- und Diagnosedienste aufbereiten. Die Kommunikationsinfrastruktur für den Abruf der relevanten Daten mit einer sicheren und konfliktfreien Datenübertragung auf mobile Endgeräte ist ähnlich wie bei der Kommissionierung.

## Gesundheitswesen

Die Dokumentation gehört im Krankenhaus zu den wenig geliebten Pflichten und die Akteure sind dankbar, wenn sie hierbei durch IT- Systeme unterstützt werden können. Im Rahmen von wearIT@work wurden die Randbedingungen untersucht: So sind während einer Morgenvisite in der chirurgischen Abteilung vom ärztlichen / pflegerischen Team in nur 20 Minuten 15 Patienten aufzusuchen, zu untersuchen und Behandlungen und Medikationen zu verordnen. Es waren Notizen hinsichtlich der Ver-

ordnungen anzufertigen und anschließend an die Visite im Büro Termine mit anderen Abteilungen zu vereinbaren und in das IT- System zu übertragen. Der nicht unerhebliche, als nicht-pflegerisch und nicht-ärztlich wahrgenommene Nachbearbeitungsaufwand und die mit Medienbrüchen unweigerlich verbundene Möglichkeit von Übertragungsfehlern führen dazu, dass bei allen Beteiligten eine hohe Bereitschaft besteht, durch entsprechende Systeme Verbesserungen zu ermöglichen. Hierbei gilt es die besonderen Erfordernisse im Krankenhaus zu beachten, wie z.B. Hygienevorschriften. Im Projekt wurde unter dem Gesichtspunkt maximaler Nutzerakzeptanz ein in die Kleidung von Patienten, pflegerischem und ärztlichem Personal integriertes IT- System auf der Basis der vorhandenen IT- Infrastruktur entwickelt und erprobt (vgl. Fig. 6).

Unter Federführung des Projektpartners SAP Research, der Gespag als Krankenhausbetreiber, dem dortigen Anbieter des KIS (Krankenhaus Informationssystem) SYSTEMA, des Systemintegrators TEAM und der UMIT als Entwicklungspartner für das verwendete sensorgestützte Interaktionssystem wurde eine im wesentlichen auf Standardkomponenten basierende Lösung erarbeitet, entwickelt, installiert und getestet.

In Voruntersuchungen zur Nutzerakzeptanz wurden verschiedene Komponenten des Wearable Computing (z.B. Headsets, Head-mounted Displays) mit dem pflegerischen und ärztlichen Personal erprobt. Es wurden Mock-ups erstellt und evaluiert. Das auf der Basis umfangreicher Analysen mittels Rapid Prototyping erstellte System wurde schließlich in das bestehende Krankenhaus-Informationssystem integriert. Teilweise wurde eine zusätzliche, an die Wearable Computing-Geräte angepasste Benutzerschicht aufgesetzt. Eine Besonderheit der gefundenen Lösung war der mit diesem Konzept verbundene Investitionsschutz für die bestehende IT Infrastruktur im Krankenhaus. In [9] wird das System detailliert dargestellt.

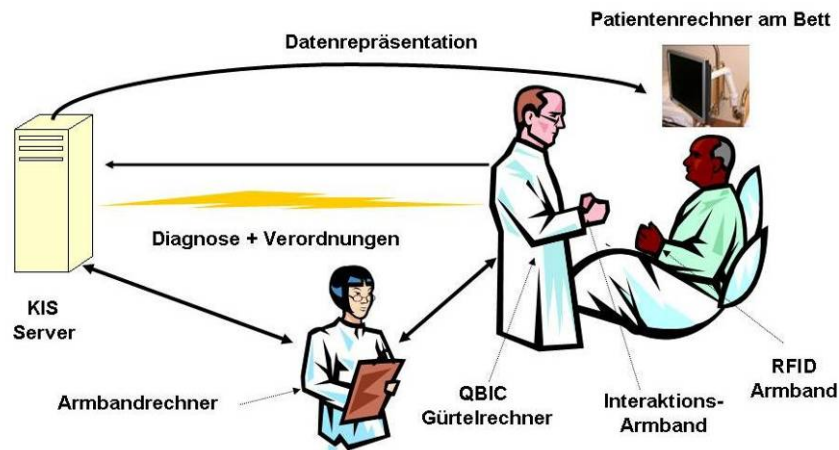


Fig. 6. wearIT@work-Demonstrator für das Gesundheitswesen

## Schlussbemerkung

Im vorliegenden Beitrag wurde über die besondere Situation im Land Bremen zur Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft auf dem Gebiet der „Mobile Solutions“ berichtet. Das besondere Potenzial des Wearable Computing wurde herausgestellt und durch im Rahmen des Integrierten EU-Projektes *wearIT@work* entwickelte Technologien und Wearable-Computing-Demonstratoren belegt.

Fragen der Nutzerakzeptanz und der rechtlichen Zulässigkeit verfolgter Lösungskonzepte sind bei Wearable Computing-Systemen heute die besondere Herausforderung und der Schlüssel zum wirtschaftlichen Erfolg. So wie es einiger Versuche, Zeit und Übung bedurfte, um beispielsweise die Maus als Standardinteraktionsgerät für graphische Benutzerschnittstellen zu etablieren, sind hier ähnliche Hürden noch zu nehmen, ganz unabhängig von den rechtlichen Fragestellungen hinsichtlich der Sicherheit und Zuverlässigkeit der gefundenen Lösungen.

Der mit den Demonstratoren angestrebte Rationalisierungseffekt, z.B. bei der Dokumentation von Arbeitsprozessen, ist sehr deutlich. Wenn dieser Rationalisierungseffekt auch der eigentlichen Tätigkeit zugute kommen kann - da das Personal in der Regel von als lästig empfundenen Aufgaben entbunden wird - so sind aber wie bei jeder Rationalisierung vergleichbare Negativwirkungen zu befürchten.

## Literaturverzeichnis

- [1] Lawo, M.: Ein drahtloser Eingabehandschuh für das Wearable Computing, In: A. M. Heinicke, H. Paul (Hrsg.): *Mensch & Computer 2006: Mensch und Computer im Strukturwandel*. München, Oldenbourg Verlag, 2006
- [2] Lawo, M.; Witt, H.; Kenn, H.; Nicolai, T.; Leibrand, R.: A Glove for Seamless Computer Interaction – Understand the WINSPECT; in Kenn, H.; Glotzbach, U.; Herzog, O. (Hrsg.) - *The Smart Glove Workshop; Proceedings Technical Report TZI – Bericht Nr. 33*, 2006.
- [3] Boronowsky, M.; Herzog, O.; Knackfuß, P.; Lawo, M.: *wearIT@work - Empowering the Mobile Worker by Wearable Computing – the First Results*, Proceedings AMI@work forum day, Munich, 2005, p. 38-45.
- [4] Boronowsky, M.; Herzog, O.; Knackfuß, P.; Lawo, M.: *wearIT@work - Empowering the Mobile Worker by Wearable Computing – the First Demonstrators*, IST AFRICA 2006, Pretoria, May 3-5, 2006.
- [5] Smailagic, A.; Siewiorek, D.P.; Martin, R.; Stivoric, J.: Very Rapid Prototyping of Wearable Computers: A case Study of VuMan 3 Custom versus Off-the-Shelf Design Methodologies, <http://www.wearablegroup.org/hardware/index.html>
- [6] Stein, R. et al: Development of a Commercially Successful Wearable Data Collection System, ISWC'98 [http://eclass.cc.gatech.edu/classes/cs8113c\\_99\\_spring/readings/stein.pdf](http://eclass.cc.gatech.edu/classes/cs8113c_99_spring/readings/stein.pdf)
- [7] Siewiorek, D.P.; Smailagic, A.; Salber, D.: Rapid Prototyping of Computer Systems: Experiences and Lessons, 12th IEEE International Workshop on Rapid System Prototyping (RSP'01), 2001.
- [8] Pasher, E., Levin-Sagi, M., Dvir, R., Goldberg, M.: Using wearable computing for knowledge management; Proceedings 3<sup>rd</sup> International Forum for Applied Wearable Computing, Bremen, 2006, p. 49-52.
- [9] Lawo, M.; Adamer, K.; Frick, F.; Herzog, O.; Lukowicz, P.; Ziegert, Th.: *Wearable Computing - Ein Ansatz zur Reduktion des administrativen Druckes im Gesundheitswesen*, FIF Kommunikation, Heft 1-2006, S. 38-41.

## **Danksagung**

Die Autoren danken den Herren Christian Dils, Andreas Kemnade und Rüdiger Leibrand vom Technologie-Zentrum Informatik der Universität Bremen, die durch ihre Arbeit an diesem Beitrag beteiligt sind. Dank gilt auch der EU für die teilweise Förderung der hier vorgestellten Arbeiten und den Projektpartnern im IP 004216 wearIT@work für die konstruktive Zusammenarbeit.